

\* Cismın hızı sabit ise  $yol = hız \cdot zaman$

$$X = v \cdot t$$

(1)

\* Cismın <sup>düzgün</sup> hızlanan veya <sup>düzgün</sup> yavaşlayan hareket yapıyorsa ivme sabittir

$$X = v_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_{son}^2 = v_0^2 \pm 2 a \cdot x$$

$v_0$ : ilk hız

$v_{son}$ : son hız

$\vec{a}$ : ivme

$t$ : zaman

$x$ : yol

$$v_{son} = v_0 \pm a \cdot t$$

$\Rightarrow$  cism hızlanıyorsa işaret (+), yavaşlıyorsa işaret (-) olur.

Bağıl hareket:

$$v_{bağıl} = v_{gö'zlenen} - v_{gö'zlemci}$$

Newton: ① Eylemsizlik yasası

Net kuvvet sıfır ise cismın hareket durumunun korusu.

$$F_{net} = 0 \text{ olmalı}$$

② Temel yasa

cisme etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cismın ivmeli hareket yapar.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$\Rightarrow$  Net kuvvet ile ivme daima aynı yönlüdür.

③ Etki Tepki

Bir yüzeye uygulanan etki kuvveti ile yüzeyin tepkisi daim eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

$\Rightarrow$  Etki - Tepki kuvvetlerinin bileşkesi alınamaz.

## Atış hareketi:

### ① Serbest Düşme

1. seviye,  $h$

2. seviye,  $3h$

3. seviye,  $5h$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_{son} = g \cdot t$$

$$V_{son}^2 = 2gh$$

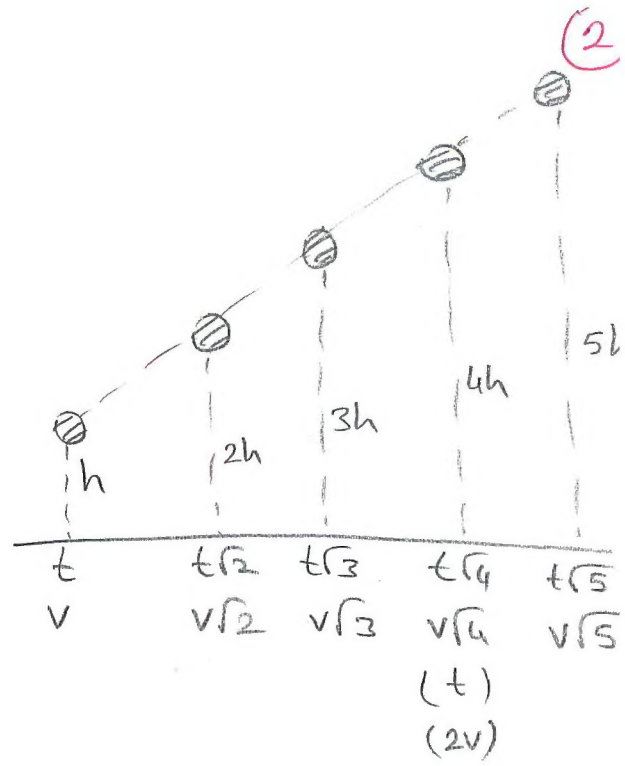
$g$ : yerçekimi sabiti

$t$ : zaman

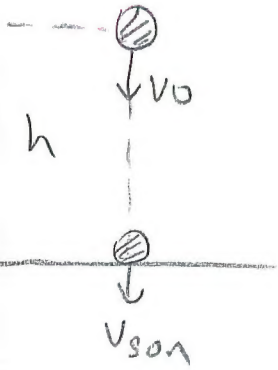
$h$ : yükseklik

$V_{son}$  = son hız.

$\Rightarrow$



### ② Yukarıdan aşağıya dikey atış

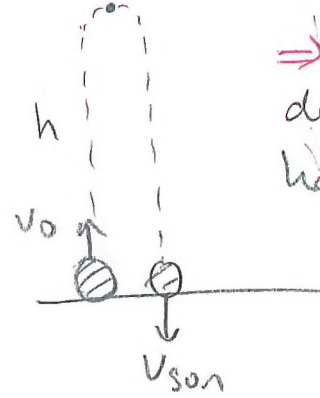


$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_{son} = v_0 + g \cdot t$$

$$V_{son}^2 = v_0^2 + 2gh$$

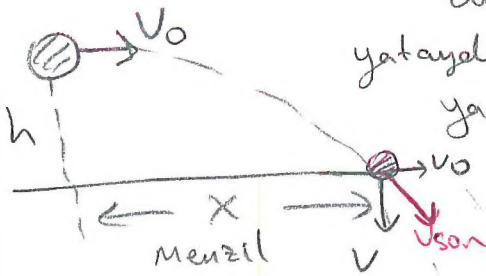
### ③ Aşağıdan yukarı dikey atış



$\Rightarrow$  Tepe noktasından  
dönüşte serbest düşme  
hareketi yapar.

$$t_{çıkış} = t_{inış}$$

### ④ Yatay atış

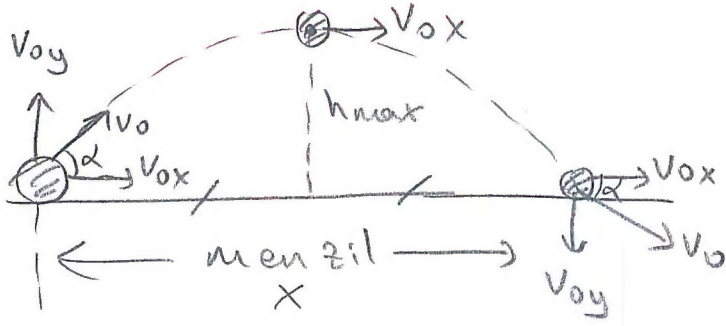


dişeyde serbest düşme  
yatayda sabit hız hareket  
yapar.

$$x = v_0 \cdot t$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

## (5) Eğik atış



$$t_{uçuş} = t_{iniş}$$

$$t_{uçuş} = 2 \cdot t_{çıkış} = 2 \cdot t_{iniş}$$

$$* X = V_{0x} \cdot t_{uçuş}$$

$$* V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$* V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

$\Rightarrow \alpha = 45^\circ$  ise menzil max. olur.

$$4 \cdot h_{max} = X$$

$\Rightarrow$  Birbirini  $90^\circ$  ye tamamlayan ve aynı süratle atılan cisimlerin menzili eşittir.



$$\alpha + \beta = 90^\circ \text{ ise } X_1 = X_2$$

$\Rightarrow$  Uçuş süresi sadece dikey hız bileşenine bağlıdır.

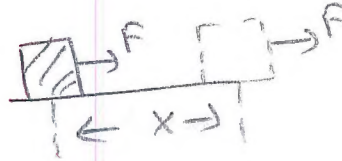
$$\Rightarrow h_{max} = \frac{V_{0y}^2}{2g}$$

$\rightarrow$  dikey hız  
 $\rightarrow$  yerçekimi sabiti

## İş - Güç - Enerji

$$(1) W = F \cdot X$$

$\downarrow$   
iş = kuvvet · yol



\* Cisim üzerine yapılan iş cismin enerjisindeki değişime eşittir.

\* İş skalerdir.

$$(2) \text{Güç} = \frac{\dot{İş}}{\text{zaman}} \Rightarrow P = \frac{W \rightarrow \text{Joule}}{t \rightarrow \text{saniye}} \Rightarrow P = \frac{F \cdot X}{t}$$

$\downarrow$   
watt

③ Enerji = Güç . zaman  $\Rightarrow E = P \cdot t \Rightarrow P = \frac{\text{Enerji}}{\text{zaman}} = \frac{E}{t}$  (4)

$\downarrow$   
Güç

\* kinetik enerji:  
(öteleme)



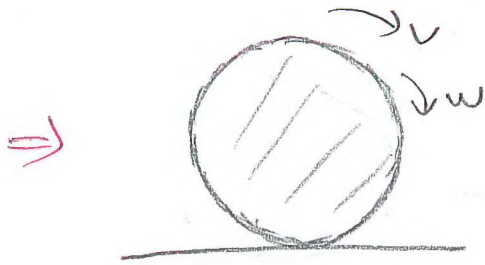
$$E_{\text{kinetik}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow \text{hız}$$

$\downarrow$   
kütle

\* Dönme kinetik enerjisi:

$$E_{\text{Dönme}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \rightarrow \text{açısal hız}$$

$\downarrow$   
eylemsizlik  
torku



$$E_{\text{kinetik}} = E_{\text{Dönme}} + E_{\text{öteleme}}$$

$$E_{\text{kinetik}} = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

Mekanik enerji:  $E_{\text{mekanik}} = E_{\text{kinetik}} + E_{\text{potansiyel}}$

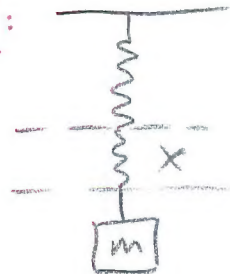
$\Rightarrow$  Ortamda sürtünme yoksa mekanik enerji korunur.

Potansiyel enerji:



$$E_{\text{pot}} = mgh \text{ (Yer seviyesi pot. enerjisi)}$$

Esneklik pot. enerjisi:



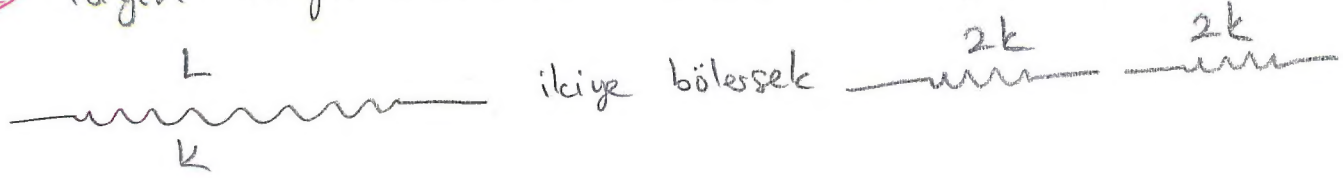
$$\vec{F} = -k \cdot x$$

$\downarrow$  kuvvet       $\downarrow$  yay sabiti       $\downarrow$  uzama veya sıkışma miktarı

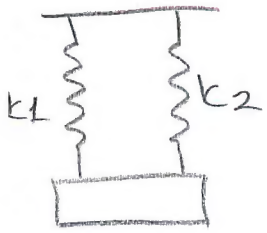
$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$



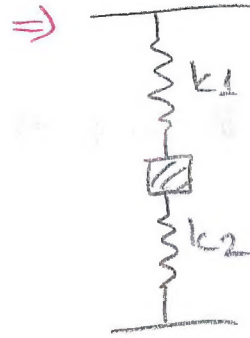
⇒ Yayın boyu kısalsa esneklik katsayısı artar.



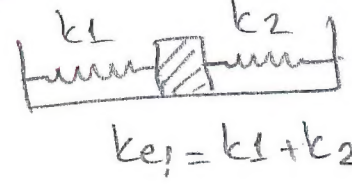
### Paralel bağlı yaylar



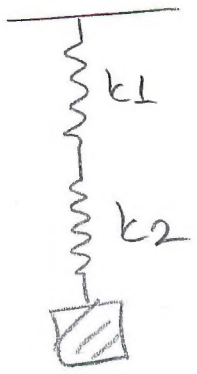
$$k_{es} = k_1 + k_2$$



$$k_{es} = k_1 + k_2$$



### Seri bağlı yaylar

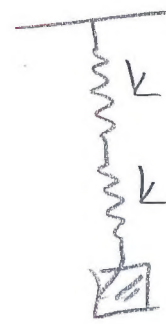


$$\frac{1}{k_{es}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

kısayol:

$$k_{es} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$$

⇒ yaylar özdeş ise



$$k_{es} = \frac{k}{2}$$

\* Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş daima negatiftir. Enerjiyi azaltır.

### İtme momentum

\* itme vektörelidir. momentum değişimi

$$* \text{itme} = F \cdot \Delta t$$

( $\vec{I}$ )       $\downarrow$        $\downarrow$   
kuvvet      zaman

$$* \vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$\downarrow$        $\downarrow$        $\downarrow$   
momentum      kütle      hız

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_{\text{son}} - \vec{p}_{\text{ilk}}$$

$$\Delta \vec{p} = m \cdot \vec{v}_{\text{son}} - m \cdot \vec{v}_{\text{ilk}}$$

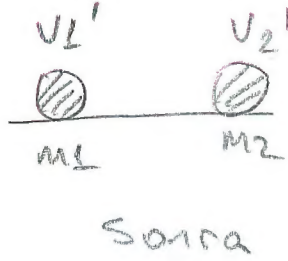
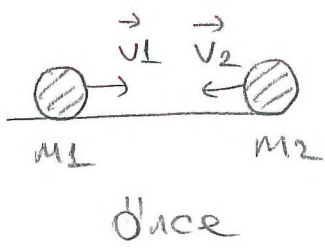
$$\Delta \vec{p} = m \cdot (\vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}})$$

$$\Delta \vec{p} = m \cdot \Delta \vec{v}$$

⇒ itme momentum değişimine eşittir.  $I = \Delta \vec{p}$

① merkezi esnek çarpışma

esnek çarpışmalarda enerji ve momentum korunur.



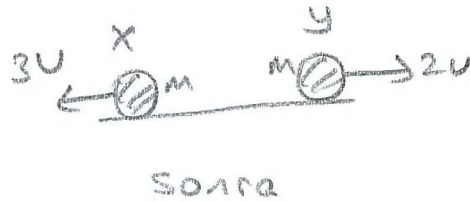
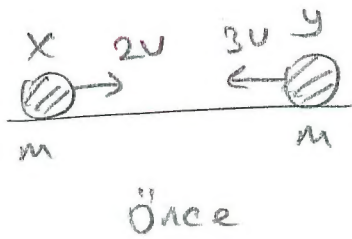
$$\Rightarrow \vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$$

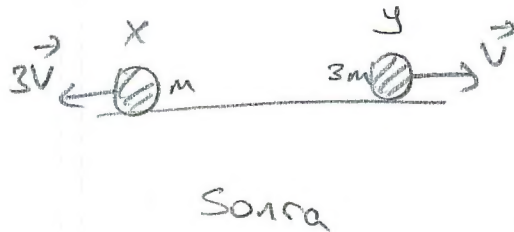
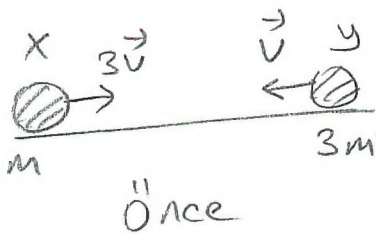
$$\Rightarrow E_{ilk} = E_{son}$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_1' = \vec{v}_2 + \vec{v}_2'$$

$\Rightarrow$  cisimlerin kütleleri eşitse hızlarını değiştirirler.

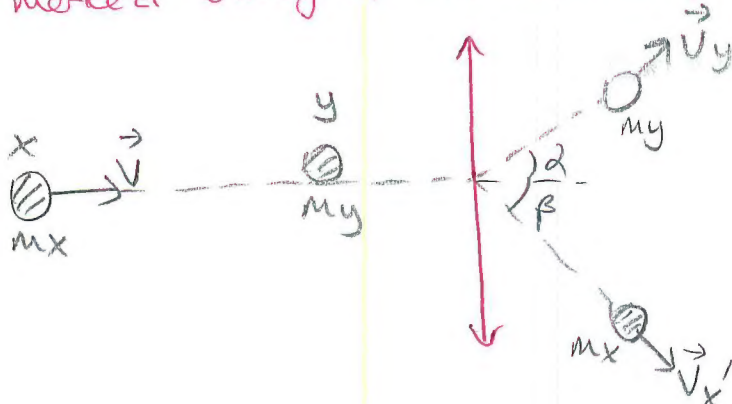


$\Rightarrow$  cisimlerin çarpışmadan önce momentumları eşit büyüklükte ve zıt yönlü ise geldikleri gibi geri dönerler.



② merkezi olmayan esnek çarpışma

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

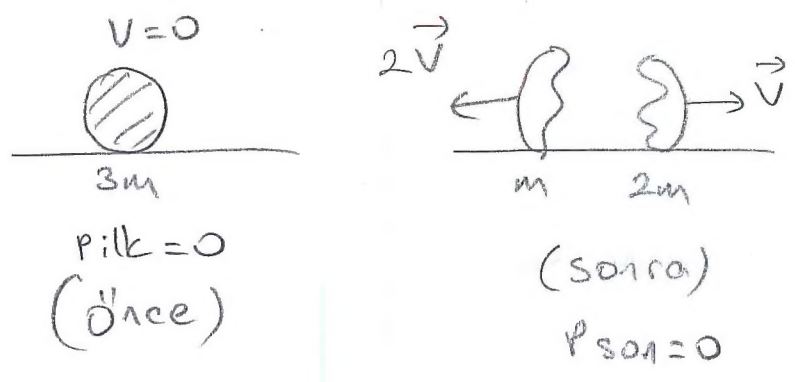


\* ilk momentum yatayda olduğu için son momentumda yatayda olmalıdır. Bu yüzden dikey momentumlar eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

$$m_y \cdot v_y' \cdot \sin \beta = m_x \cdot v_x' \cdot \sin \alpha$$

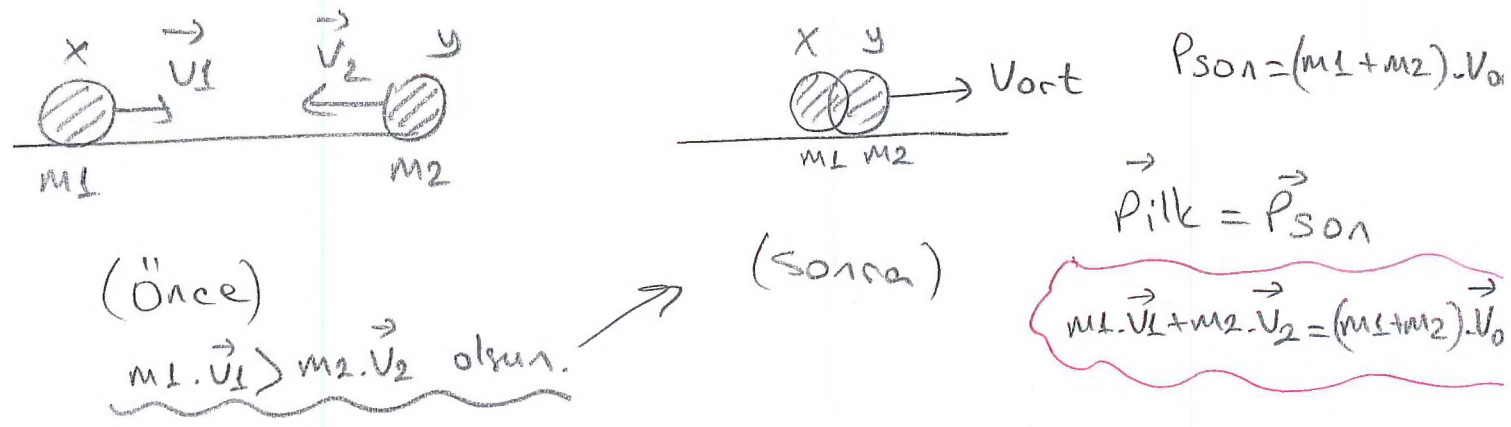
### 3) Patlamalar

Patlamalarda momentum korunur.



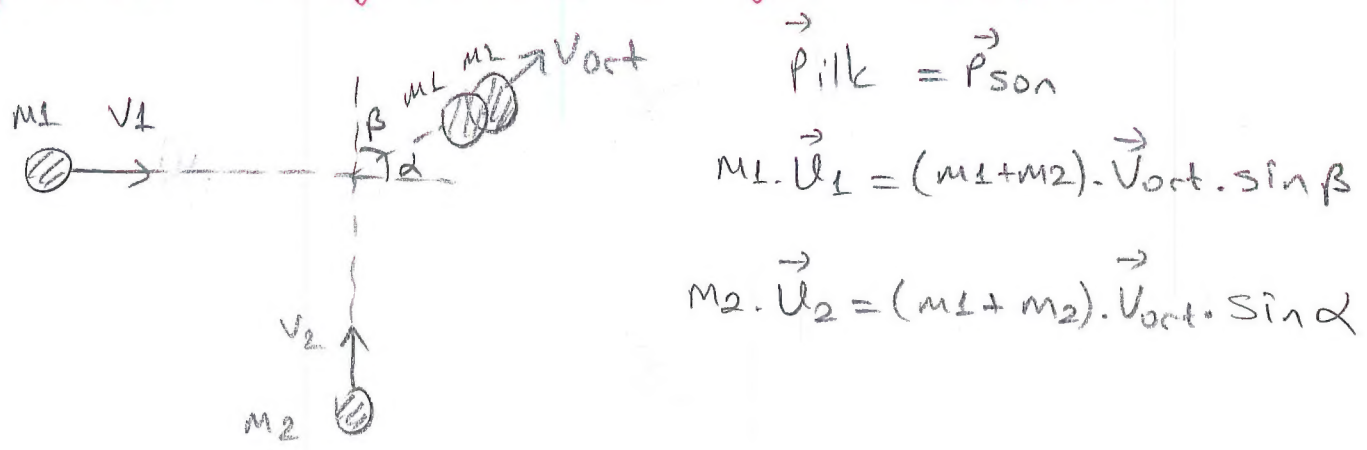
### 4) Merkezi esnek olmayan çarpışmalar

⇒ Esnek olmayan çarpışmalarda enerji korunmaz, momentum korunur.



⇒ cisimler birlikte hareket eder. Hareket yönü çarpışmadan önceki bileşke momentum yönünde olur.

### 5) Merkezi olmayan, esnek olmayan çarpışmalar



## Düzgün Çembersel Hareket

(8)

**Periyot (T)**: Cismın bir tam tur atması için geçen süredir.  
Birimi saniye

**Frekans (f)**: 1 saniyede atılan tur sayısına denir. Birimi Hertz  
veya  $\text{saniye}^{-1}$  dir.

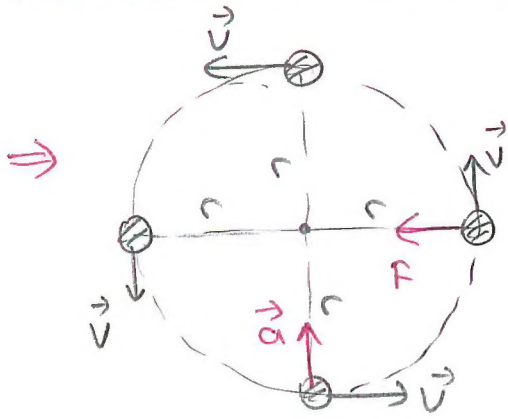
**Çizgisel hız ( $\vec{v}$ )**:  $\vec{v} = \frac{2\pi \cdot r}{T}$  veya  $\vec{v} = 2\pi r \cdot f$

**Açısal hız ( $\vec{\omega}$ )**:  $\vec{\omega} = \frac{2\pi}{T}$  veya  $\vec{\omega} = 2\pi \cdot f$

$\Rightarrow \vec{v} = \vec{\omega} \cdot r$  olur.

**Merkezcil ivme ( $\vec{a}$ )**:  $\vec{a} = \omega^2 \cdot r$  veya  $\vec{a} = \frac{v^2}{r}$

**Merkezcil kuvvet ( $\vec{F}$ )**:  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$  ise  $\vec{F} = m \cdot \omega^2 \cdot r$  veya  $\vec{F} = \frac{m v^2}{r}$



\* Çizgisel hız daima yarıçap vektörüne diktir.

\* Merkezcil kuvvet ve merkezcil ivme daima merkeze doğrudur. Çizgisel hız ile diktir.

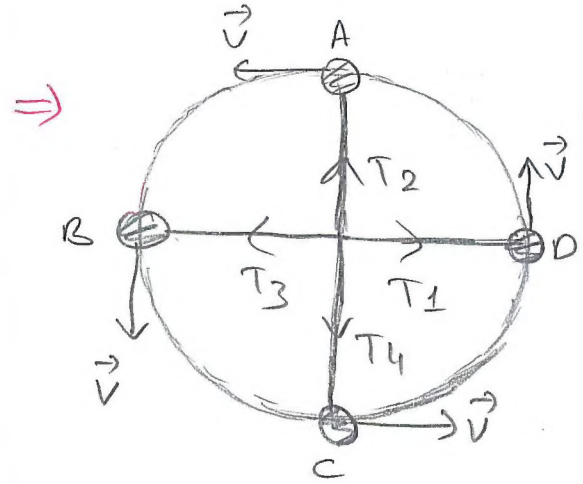
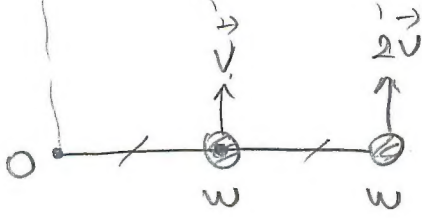
\* Çizgisel hızın büyüklüğü sabittir, yönü değişir.

\* Açısal hızın büyüklüğü ve yönü sabittir.

$\Rightarrow$  Açısal hızın yönü sağ el kuralı ile bulunur. 4 parmak dönme yönünü gösterirse baş parmak açısal hızın yönünü gösterir.



⇒ Aynı eksen üzerindeki noktaların açısal hızları aynı (9)  
yöndedir, büyüklükleri eşittir.



$$\begin{aligned} T_1 &= F_{\text{merk}} \\ T_2 &= F_{\text{merk}} - mg \\ T_3 &= F_{\text{merk}} \\ T_4 &= F_{\text{merk}} + mg \end{aligned}$$

⇒ ip gerilmesi A noktasında minimum, C noktasında max. olur.

yatay viraj:

$$V \leq \sqrt{\underset{\substack{\downarrow \\ \text{Sürtünme} \\ \text{katsayısı}}}{k} \cdot \underset{\substack{\downarrow \\ \text{yerçekimi} \\ \text{sabiti}}}{g} \cdot \underset{\substack{\downarrow \\ \text{yarıçap}}}{r}}$$

(Kanguru)

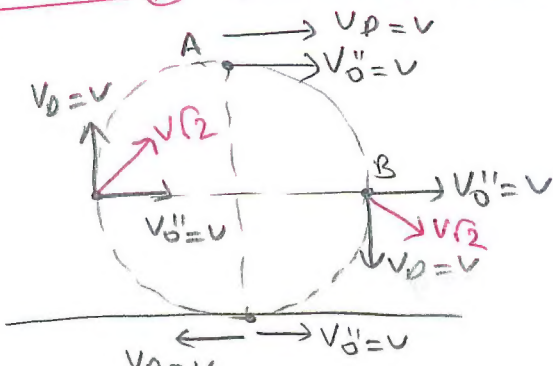
Eğimli viraj:

$$V \leq \sqrt{\underset{\substack{\downarrow \\ \text{yerçekim} \\ \text{sabiti}}}{g} \cdot \underset{\substack{\downarrow \\ \text{yarıçap}}}{r} \cdot \underset{\substack{\downarrow \\ \text{eğim}}}{\tan \theta}}$$

(Garanti)

⇒ Viraj sorularında kütle önemli değildir.

Dönerek öteleme hareketi:



$$\begin{aligned} \vec{V}_A &= V + V = 2V \\ \vec{V}_B &= V\sqrt{2} \\ \vec{V}_C &= V - V = 0 \\ \vec{V}_D &= V\sqrt{2} \end{aligned}$$

# Açısal momentum

(10)

\* Dönme hareketi yapan bütün cisimlerin açısal momentumu vardır.

$$\vec{L} = m \cdot r \cdot \vec{v} \quad (\text{merve}) \quad \text{veya} \quad \vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   $\swarrow$   $\downarrow$   $\searrow$

açısal momentum   kütlesi   yarıçap   çizgisel hız   eylemsizlik torku   açısal hız

\* Dışarıdan bir tork uygulanmadıkça açısal momentum değişmez.

**Açısal ivme:** Dışarıdan bir tork uygulanıyorsa cismin açısal hızı değişir.

$$\vec{\tau} = I \cdot \vec{\alpha} \quad \vec{\alpha} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\swarrow$   $\downarrow$   $\searrow$

Tork   eylemsizlik torku   açısal ivme   açısal ivme   açısal hızdaki değişim   zaman

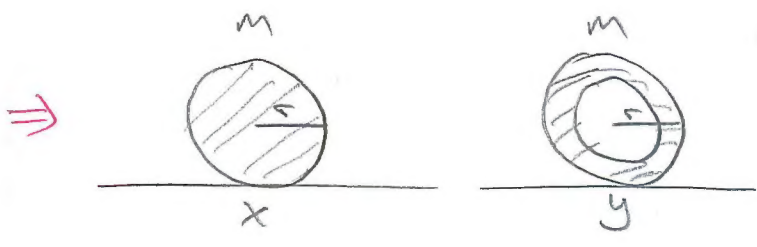
**eylemsizlik torku (momenti):** cisimlerin dönme karesi, gösterdiği dirençlerdir. Skalerdir.  $I$  ile gösterilir.

$$I = m \cdot r^2$$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\swarrow$

eylemsizlik torku   kütlesi   yarıçap

⇒ Açısal momentum sorularında dışarıdan tork yoksa sistemin açısal momentumu, enerjisi, çizgisel hızı değişmez.



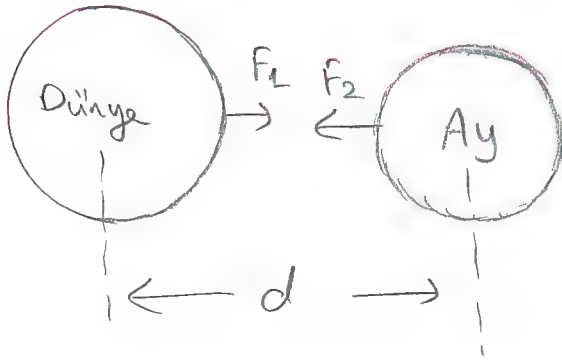
$I_y > I_x$  olur.

\* kütlesi ve yarıçapları aynı iki küreden içi boş olanın eylemsizlik torku daha büyüktür.

# Kütle Çekim Kuvveti

(11)

⇒



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

$$\vec{F} = \frac{G \cdot M_D \cdot M_A}{d^2}$$

G: evrensel çekim sabiti

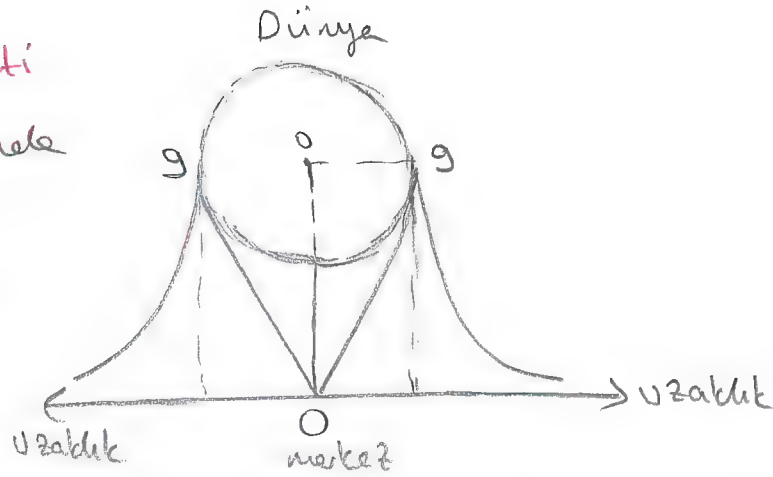
M<sub>D</sub>: Dünyanın kütlesi

M<sub>A</sub>: Ayın kütlesi

d: merkezler arası uzaklık

⇒ yerçekimi sabiti

\* Yer kabuğu üzerinde g max. olur.  
kutuplara gittikçe artar.



\* Yer kabuğundan merkeze inildikçe düzgin azalır.

Yer kabuğundan dışarı gidildikçe uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır.

$$\Rightarrow \vec{g} = \frac{G \cdot M_D}{d^2}$$

↓  
yerçekimi  
sabiti

⇒ öz kütle cisiminden yerçekimi sabiti

$$\vec{g} = k \cdot d \cdot r \quad (\text{gezegenin kütlesi})$$

↓                      ↓                      ↓                      ↓  
yerçekimi      sabit      öz kütle      yarıçap  
ivmesi

⇒ Yerçekimi ivmesi daima merkeze doğrudur.

## Yerçekim kütle potansiyel enerjisi

(12)

$$E_p = - \frac{G \cdot M \cdot m}{d}$$

\* kütleleri  $M$  ve  $m$  olan iki cisim için

$\Rightarrow$  cisimler birbirinden uzaklaştıkça  $E_{pot}$  artar.

Toplam enerji:  $E = - \frac{G \cdot M \cdot m}{2d}$

Bağlanma enerjisi:  $E_{bağlanma} = \frac{G \cdot M \cdot m}{2R}$  ( $R$  = yörünge yarıçap)

$\Rightarrow$  Bağlanma hızı  $\vec{v}_b = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$  \* Uyduyun bağlanma hızı kütlesine bağlı değildir.

Kurtulma enerjisi:  $E_{kurtulma} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R}$

$\Rightarrow$  Kurtulma hızı  $v_{kurt} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$

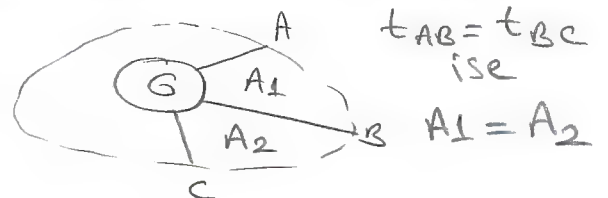
## Kepler Kanunları

### ① Yörüngeler kanunu

Gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngesi elips şeklindedir. Elipsin 2 merkezi vardır. Merkezlerden birinde Güneş bulunur.

### ② Alanlar kanunu

Gezegenleri Güneşe birleştiren yarıçap vektörleri eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taramaz.





### ③ Periyotlar kanunu

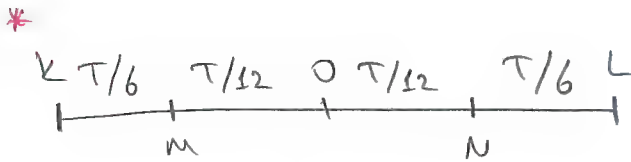
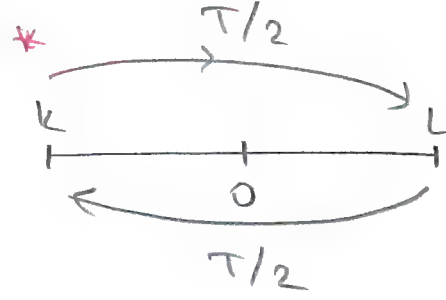
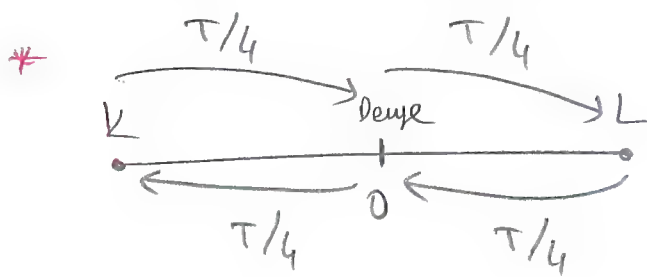
(13)

Güneş etrafında dönen gezegenlerin ortalama yarıçap vektörünün küpünün periyodunun karesine oranı sabittir.

$$\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} = \frac{R_3^3}{T_3^2} \dots$$

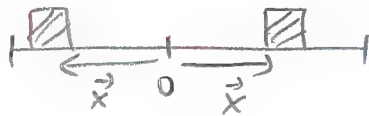
### Basit Harmonik Hareket

iki nokta arasında gidip gelme hareketine Basit Harmonik Hareket denir.

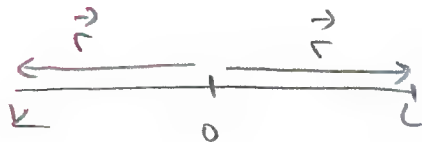


\* Genlik periyodu etkilemez.

**Uzanim ( $\vec{x}$ )** Herhangi bir anda cismin denge konumuna olan uzaklığıdır. Yönü daima merkezden cisme doğrudur.



**Genlik ( $\vec{r}$ )** : Uzanimın max. değerine denir. cismin konumuna bağlı değildir

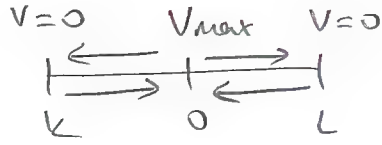


Hız ( $\vec{v}$ ) :  $\vec{v} = \omega \cdot \sqrt{r^2 - x^2}$

$\downarrow$  genlik       $\rightarrow$  uzanım

(14)

$\Rightarrow \vec{v}_{max} = \omega \cdot r$  olur. Denge noktasında hız max.  
Uçlarda hız min. yani sıfır.

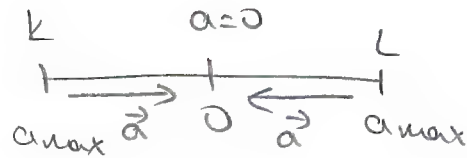


ivme ( $\vec{a}$ ) :  $\vec{a} = \omega^2 \cdot \vec{x}$

$\downarrow$  açısal hız       $\rightarrow$  uzanım

- \* ivme daima merkeze doğrudur.
- \* Denge noktasında sıfırdır. Uçlarda max. olur.
- \* Denge noktasından uçlara gidildikçe düzgün artar.

$\vec{a}_{max} = \omega^2 \cdot \vec{r}$  olur.

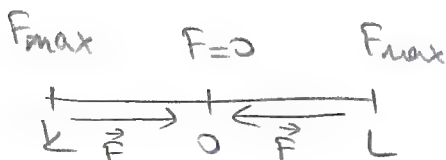


Kuvvet ( $\vec{F}$ ) :  $\vec{F} = m \cdot \omega^2 \cdot \vec{x}$

- \* Kuvvet daima merkeze doğrudur.

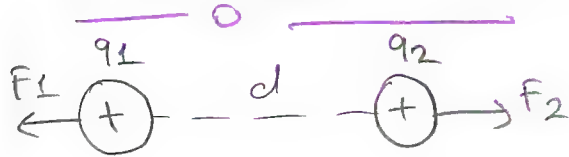
$\vec{F}_{max} = m \cdot \omega^2 \cdot \vec{r}$  olur.

- \* Denge noktasında sıfırdır. Uçlarda max. olur.
- \* Denge noktasından uçlara gidildikçe düzgün artar.



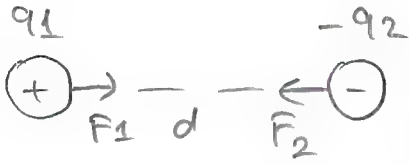
# Elektriksel Kuvvet

(15)



Daima  
 $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

$$\vec{F} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$



k: coulomb sabiti

q1 = yük

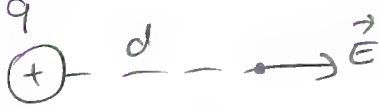
q2 = yük

d = yükler arası uzaklık

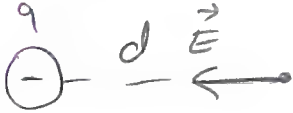
Elektriksel alan:

Noktasal yükün elektrik alanı:

① + yüklere elektrik alan dışarı doğrudur. (Yükten dışarı)



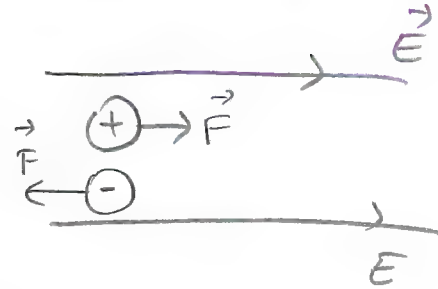
② - yüklere elektrik alan içeri doğrudur. (Yüke doğru)



\* Elektrik alan vektördür.

$$\vec{E} = \frac{k \cdot q}{d^2}$$

Düzgün elektrik alanına konulan yüke etki eden kuvvet:



$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

↙ ↘  
yük elektrik alan

\* Düzgün elektrik alanında + yüke elektrik alan yönünde kuvvet etki eder. (-) yüke elektrik alanına ters yönde kuvvet etki eder.

Elektriksel potansiyel:

$$V_x = \frac{kq}{d}$$



$$V_y = \frac{-kq}{d}$$

\* Elektrik potansiyel skalerdir. Yani (-) ve (+) işaretleri büyüklük ifade eder.

$$-4V < -2V < 0 < 3V \text{ gibi.}$$

Elektrik potansiyel enerjisi:

$$E_{pot} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d}$$



$$E_{pot} = \frac{k \cdot q_1 \cdot -q_2}{d}$$

\* Elektrik potansiyel enerjisi skalerdir.

Elektriksel iş:

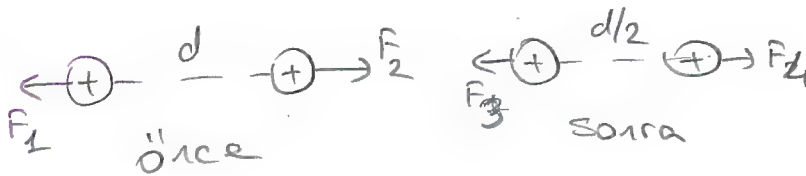
2 yol ile bulunur.

① sistemin enerjisindeki değişim yapılan işe eşittir.

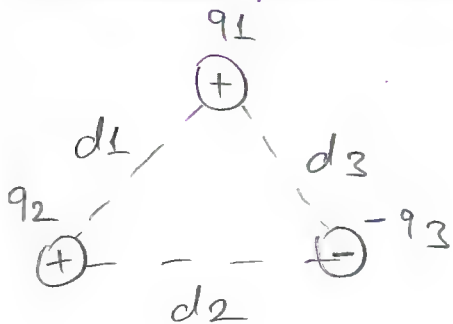
$$W = \Delta E \Rightarrow W = E_{son} - E_{ilk}$$

Önemli: Kuvvete karşı iş yapılırsa potansiyel enerji artar.  
Kuvvetler iş yeparsa potansiyel enerji azalır.

Örne:



kuvvete karşı iş yapıldığı için  $E_{pot}$  artar

sistemin potansiyel enerjisi:

$$E_{pot} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d_1} + \frac{k \cdot q_2 \cdot -q_3}{d_2} + \frac{k \cdot q_1 \cdot -q_3}{d_3}$$



2-yol:

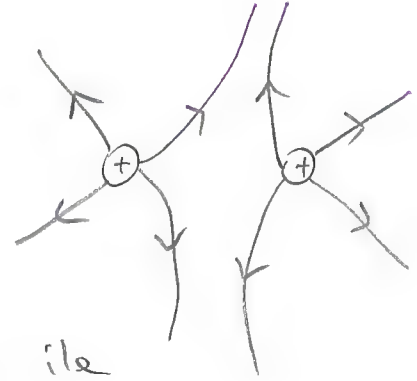
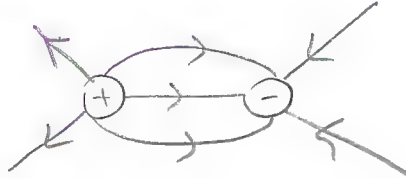
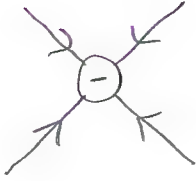
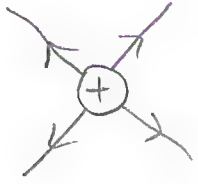
$$W = q \cdot (\Delta V)$$

$$\Rightarrow W = q \cdot (V_{\text{son}} - V_{\text{ilk}})$$

potansiyel fark  $\downarrow$  yük

(17)

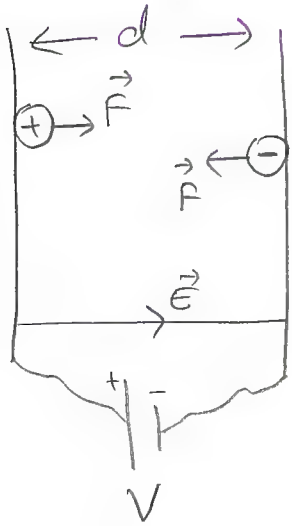
Elektrik alan çizileri:



\* Elektrik alan çizisi sayısı yük büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

\* Elektrik alan çizileri yüzeye dik girer, dik çıkar. Birbirine dokunmaz.

Paralel levhalar



$$E = \frac{V}{d}$$

$\downarrow$  elektrik Alan  $\quad \downarrow$  gerilim  $\quad \downarrow$  levhalar arası uzaklık

$$F = q \cdot E$$

$\downarrow$  kuvvet  $\quad \downarrow$  yük  $\quad \downarrow$  elektrik Alan

$$F = q \cdot E \Rightarrow F = q \cdot \frac{V}{d}$$

$\downarrow$  yük  $\quad \downarrow$  gerilim  $\quad \downarrow$  uzaklık

$$F = m \cdot a \Rightarrow F \text{ yerine } \frac{q \cdot V}{d} \text{ yazılırsa}$$

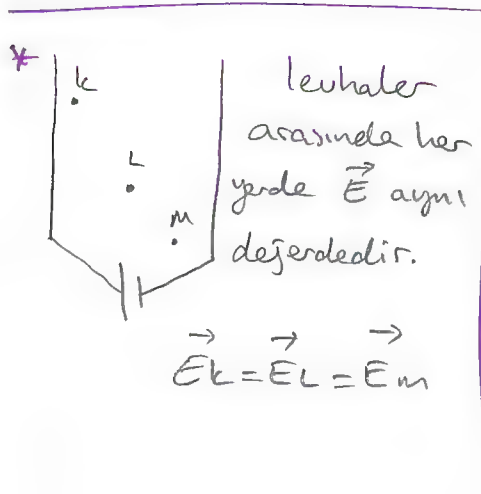
$$\frac{q \cdot V}{d} = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{q \cdot V}{d \cdot m} \text{ bulunur.}$$

$q = \text{yük}$

$V = \text{gerilim}$

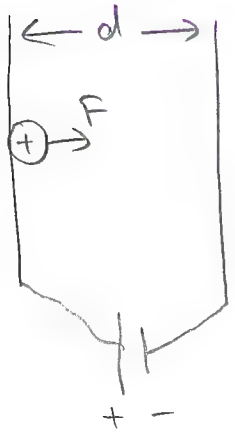
$d = \text{uzaklık}$

$m = \text{kütle}$



## Elektriksel iş (Kazanılan enerji)

(18)



$W = F \cdot X$  olduğunu biliyoruz. yük karşı levhaya ulaşınca kadar yapılan iş, yükün kazandığı enerjiye eşittir.

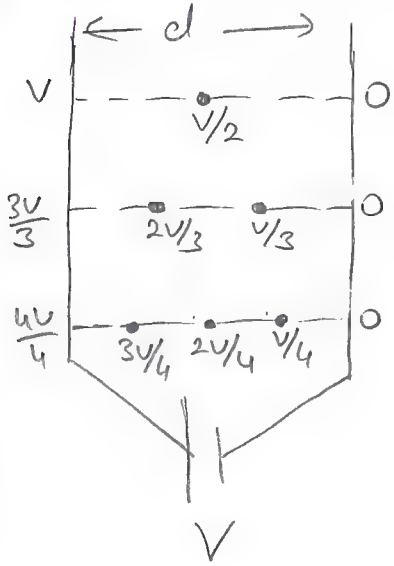
$$\vec{F} \cdot d = W = \text{Enerji}$$

$$\frac{q \cdot V}{d} \cdot d = W \Rightarrow q \cdot V = W = \text{enerji olur.}$$

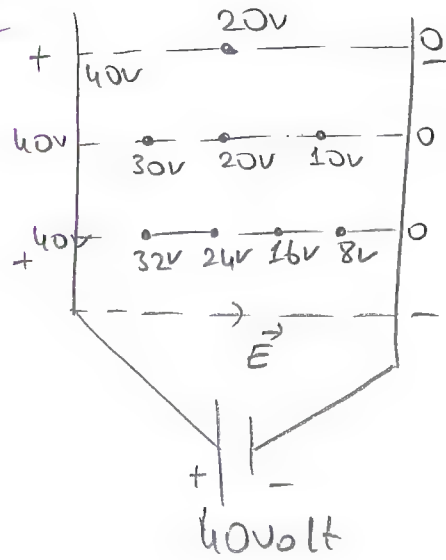
yük      gerilim

\* Yani yükün kazandığı enerji levhalar arası uzaklığa bağlı değildir.  $q$  ve  $V$ 'ye bağlıdır.

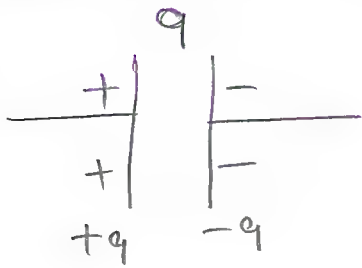
\* levhalar arasında her noktada gerilim aynı değildir.



Örnek:



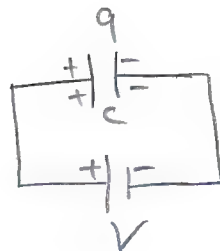
## Kondensatörler:



Kondensatörün levhaları eşit büyüklükte ve zıt yüklüdür. Bu şekilde yüklü bir kondensatörün yükü levhalardan birinin yüküne eşittir denilebilir.

$$C = \frac{q \rightarrow \text{yük}}{V \rightarrow \text{gerilim}} \Leftarrow$$

sığa



Sığa: Kondensatörün yük depolama kapasitesine derir. (19)

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d}$$

C: sığa

$\epsilon_0$ : levhalar arası ortamın dielektrik katsayısı

A: levhaların yüzey alanı

d: levhalar arası uzaklık

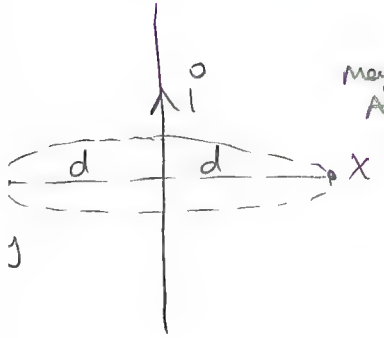
Sığa da depo edilen enerji:

$$E = \frac{1}{2} \cdot q \cdot V \text{ veya } \frac{1}{2} C \cdot V^2 \text{ veya } \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \quad (C = \frac{q}{V})$$

q: yük C: sığa V: gerilim E: enerji

## Manyetik Alan

1) Akım geçen düz telin manyetik alanı



$\vec{B} = \frac{2k \cdot I}{d}$  (Sabit)

$B_x = \otimes \frac{2kI}{d}$  (İçeri)

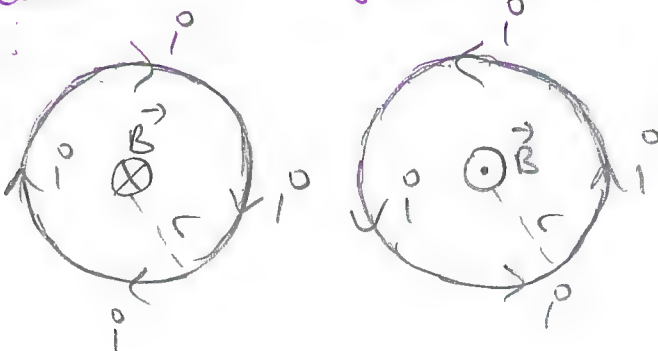
$B_y = \odot \frac{2kI}{d}$  (Dışarı)

\* Manyetik alanın yönü: Sağ el kuralıyla bulunur.

4 Parmak  $\vec{B}$  (Manyetik alan)

Baş Parmak  $I$  (Akım)

2) \* Çemberin manyetik alanı



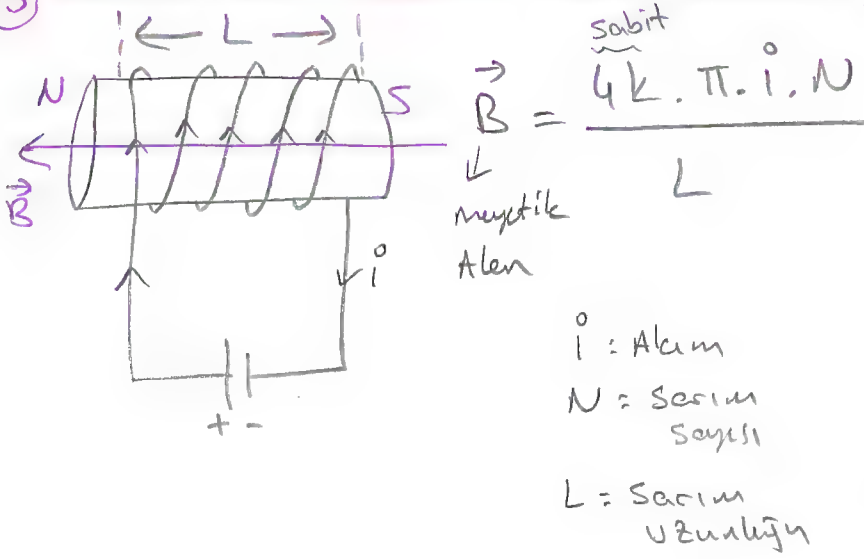
$$\vec{B} = \frac{2k \cdot \pi \cdot I}{r}$$

\* Yönü: Sağ el kuralı

4 parmak akım yönü

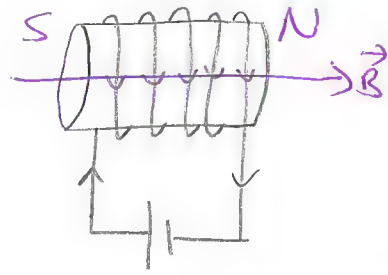
Baş parmak manyetik alan yönü

### 3) Selenoidin (Bobin - Akım makarası) manyetik alanı

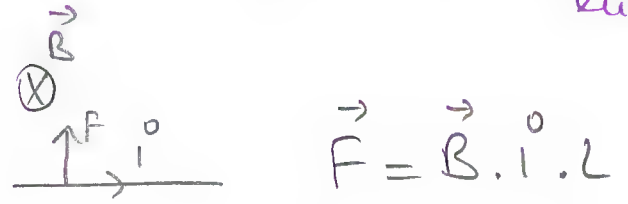
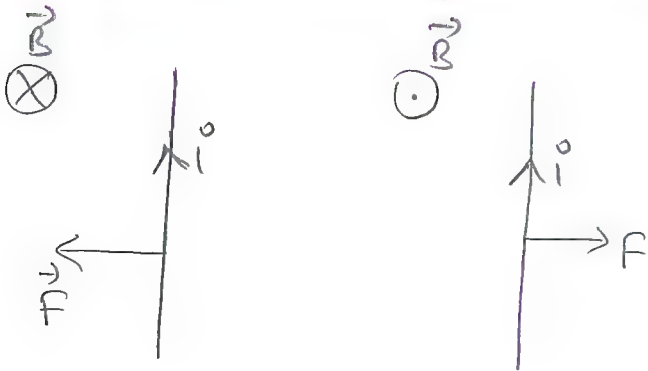


Yönü: Sağ el kuralı  
 4 parmak akım yönü  
 Baş Parmak manyetik alan yönü

Önemli Not: Manyetik alan yönü aynı zamanda elektromagnetik kuzey kutbunu gösterir.



\* Üzerinden akım geçen tele manyetik alanda etki eden kuvvet

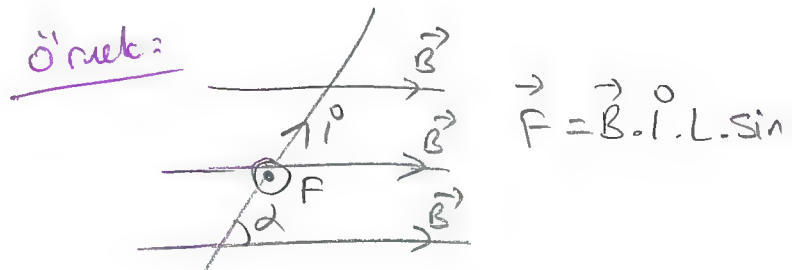


$$\vec{F} = \vec{B} \cdot i \cdot L$$

$\vec{B}$  = manyetik alan  
 $i$  = Akım  
 $L$  = telin uzunluğu

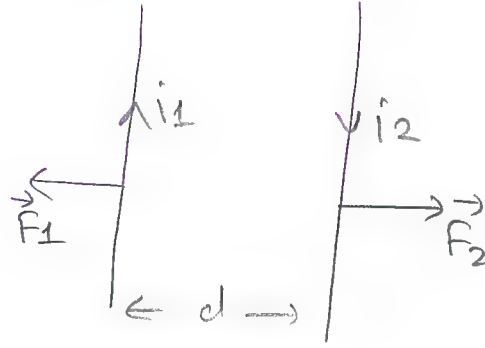
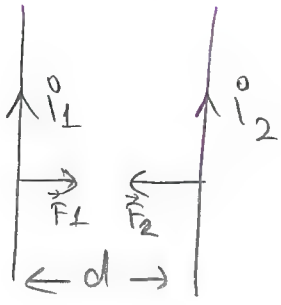
yönü: Sağ el kuralı  
 4 parmak manyetik alan  
 Baş Parmak akım yönü  
 Avcu içi kuvvetin yönü

Önemli: manyetik alan ile tel birbirine dik olmalı  
 $\vec{B} \perp L$





Birbirine paralel olan ve üzerinden akım geçen tellerin (21) birbirine uyguladığı kuvvet



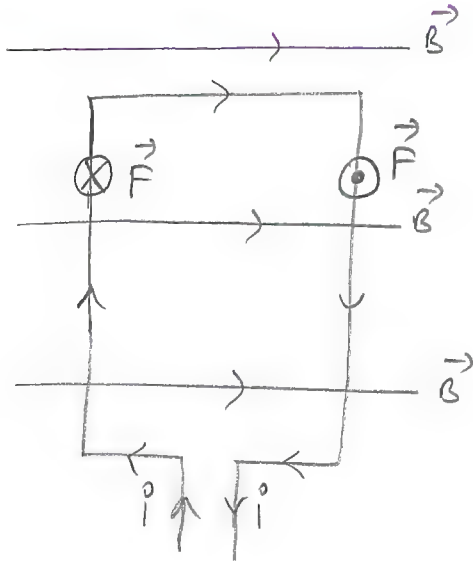
$$\vec{F} = \frac{2k \cdot i_1 \cdot i_2}{d}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

- Aynı yönde akım geçerse teller birbirini çeker.

\* Zıt yönde akım geçerse teller birbirini iter.

Akım geçen tel çerçeveye etki eden tork

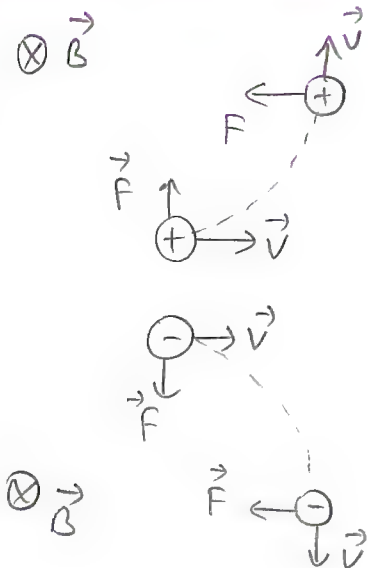


$$\tau = A \cdot B \cdot i$$

$\downarrow$  Tork       $\downarrow$  yüzey Alanı       $\downarrow$  manyetik Alan       $\rightarrow$  Akım

\* Telin kenarlarına zıt yönde kuvvet etki ettiği için çerçeve döner.

üçlü parçacıkların manyetik alandaki hareketi



\* Manyetik alana belli bir hızla giren yüklere + yüke avuç içi, - yüke avuç dışı olacak şekilde kuvvet etki eder.

$$\vec{F} = \vec{B} \cdot q \cdot \vec{v}$$

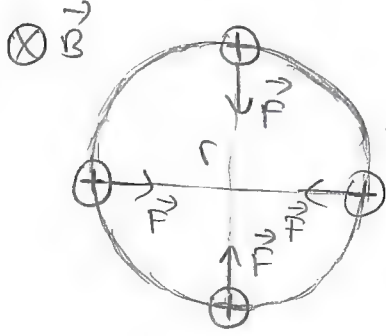
$\downarrow$  kuvvet       $\downarrow$  manyetik Alan       $\downarrow$  yük       $\rightarrow$  Hız

Yöni: sağ el

4 parmak  $\vec{B}$   
Baş parmak  $\vec{v}$   
+ yükler için avuç içi  $\vec{F}$

Not: Yüklü bir cisim manyetik alana girdiğinde yüke (22) etki eden kuvvet merkezî kuvvettir.

Bu kuvvet yük üzerine iş yapmaz. Yük düzgun dairete hareket yapar. Yükle hareket sırasında sürati değişmez.



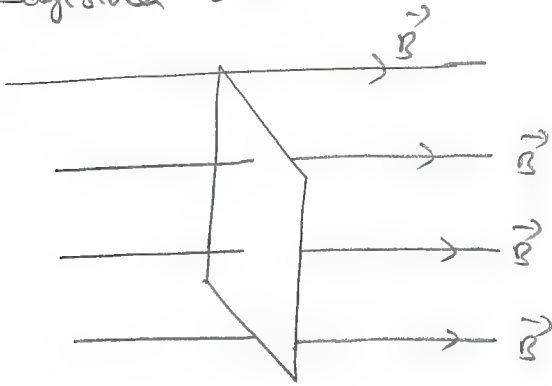
$$F = F_{\text{merkezî}}$$
$$\vec{B} \cdot q \cdot \vec{v} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$\Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \quad \begin{matrix} \text{(Mavi)} \\ \text{Küba} \end{matrix}$$

$m$  = kütle  
 $v$  = hız  
 $q$  = yük  
 $B$  = manyetik alan

## Manyetik Akı

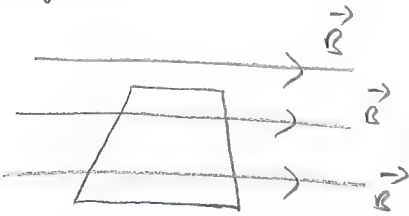
\* Birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik alan çizgi sayısına denir.



$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} \rightarrow \text{levhasının yüzey alanı}$$

$\downarrow$  manyetik Akı       $\downarrow$  manyetik alan

\* levha ile manyetik alan çizgileri birbirine paralel olursa Manyetik akı sıfır olur.



$$\Phi = 0$$

## Akı değişimi:

$$\Delta \Phi = \Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}}$$

$\downarrow$   
Akı değişimi

## İndüksiyon Yasası :

(23)

\* Bir yüzeyden geçen manyetik akı değişirse gerçekte yeni bir manyetik alan doğar. Bu yeni doğan manyetik alana bağlı olarak yeni bir elektromotor kuvvet ve akım meydana gelir.

Yeni meydana gelen manyetik alana indüksiyon manyetik alanı, elektromotor kuvvete ( $\mathcal{E}_{\text{ind}}$ ) indüksiyon elektromotor kuvveti, akımda indüksiyon akımı denir.

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$\downarrow$  indüksiyon emk

$\rightarrow$  Akı değişimi

$\rightarrow$  Zaman

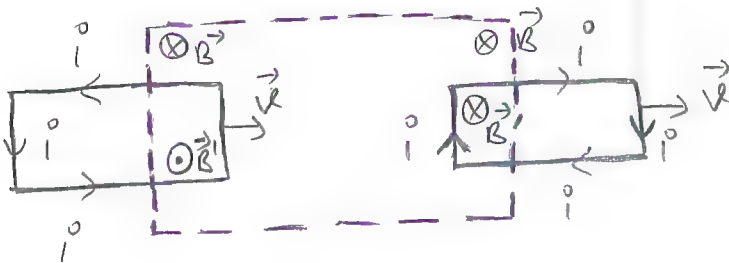
\* Buradaki - işareti yön belirtir. Büyüklük anlamına gelmez. Lenz yasasından dolayıdır.

Lenz yasası: Bir yüzeyden geçen manyetik akı azalırsa yeni doğan manyetik alan arttırmaya çalışır. Yani orijinal manyetik alanla aynı yönde oluşur.

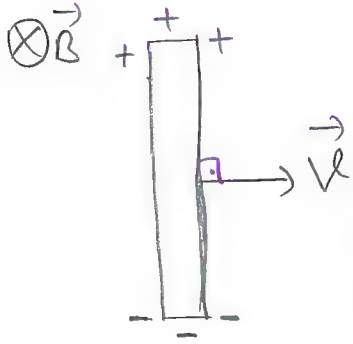
Yüzeyden geçen manyetik akı artıyorsa, yeni doğan manyetik alan azaltmaya çalışır. Yani orijinal manyetik alanla zıt yönde oluşur.

İndüksiyon manyetik alanı kullanarak indüksiyon akımını yönü bulunur.

$\vec{B}'$  = indüksiyon manyetik alanı



Manyetik alanda öteleme hareketi yapan düz telin (24) uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti



$$\mathcal{E} = \vec{B} \cdot \vec{v} \cdot L$$

$\downarrow$  ind. emk       $\downarrow$  manyetik hız Alan       $\rightarrow$  telin Boyu

kutupların yönü:

Sağ el kuralı

4 parmak  $\vec{B}$

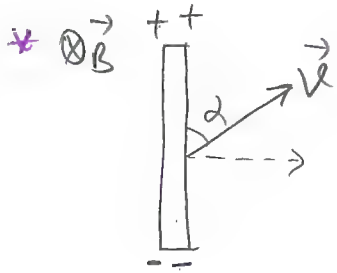
Baş parmak hız

AUuç içi + kutbu

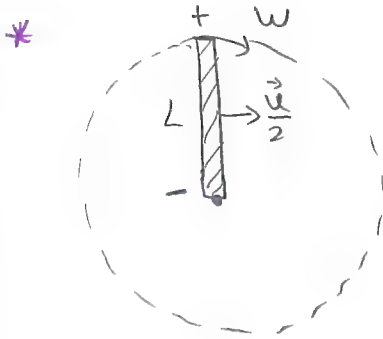
AUuç dışı - kutbu

\* Burada manyetik alan, hız ve tel birbirine dik olmalıdır.

$$\vec{B} \perp \vec{v} \perp L \text{ olmalı}$$



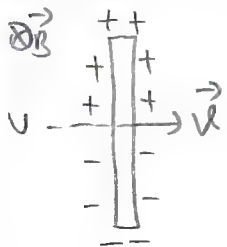
$$\mathcal{E} = \vec{B} \cdot \vec{v} \cdot L \cdot \sin \alpha \text{ olur.}$$



tel dönme hareketi yapıyorsa

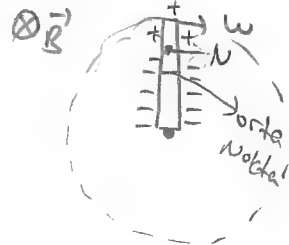
$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} \cdot \vec{B} \cdot \vec{v} \cdot L \text{ veya } \mathcal{E} = \frac{1}{2} \cdot \vec{B} \cdot \omega \cdot L^2$$

\*\*\* Tel öteleme hareketi yapıyorsa telin tam orta noktası Nötr olur.



\*\*\*

Tel dönme hareketi yapıyorsa telin tam orta noktasının biraz daha üstü Nötr olur.





Özindüktiyon akımı: Üretec ve bobinden oluşan devrede devrenin akımının değişmesi sonucunda yeni bir akım doğar. Bu akıma öz indüktiyon akımı denir.

$$i' = - \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

↓  
öz indüktiyon akımı

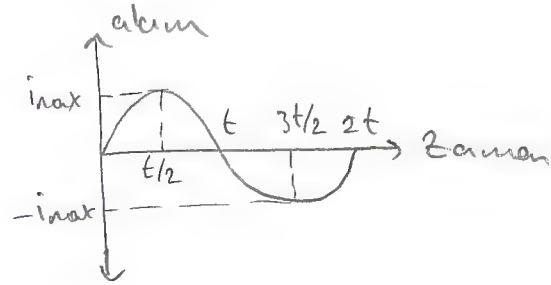
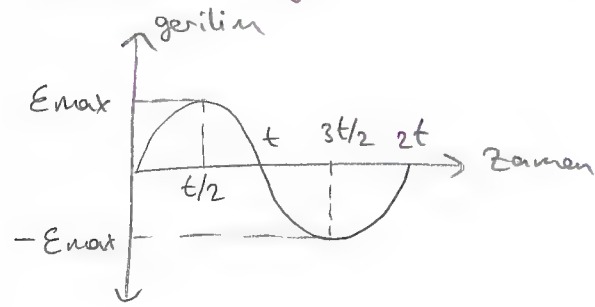
Akım değişimi  
Zaman

\* Devredeki akım artıyorsa öz indüktiyon akımı devre akımı ile zıt yönde, devredeki akım azalıyorsa öz indüktiyon akımı devre akımı ile aynı yönde oluşur.

\* Dinamo hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür.

### Alternatif Akım:

\* Zamanla yönü ve şiddeti değişen akıma denir.



\* Alternatif akım alternatör aracılığıyla üretilir.

\* Barajlarda üretilen elektriğin şehirlere taşınması sırasında Alternatif akım kullanılır.(AC).

Gerilim yükseltilerek akım düşürülür. Böylece enerji kaybı minimuma inmiş olur.

\* İki ülke arasında enerji transferinin olabilmesi için frekansları aynı olmalıdır.

\* Alternatif akım ile elektroliz, şarj, kaplamacılık, Kaynak, yapıştırma

\* Aynı gerilim altında doğru akım(DC), alternatif akıma göre daha güvenlidir.

\* Elektronik aletler doğru akımla çalışır.

Elektrik motoru olan çamaşır makinesi, Buzdolabı gibi aletler Alternatif akımla çalışır.

\* Lamba, elektrikli ısıtıcı gibi aletler hem Alternatif hemde doğru akımla çalışır.

\* Elektrik devrelerinde Volt metre ve Ampermetre her zaman etkin değeri gösterir.

$$I_{\text{etkin}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{\text{etkin}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

\* Direnci  $R$  olan iletkenin gücü  $P = I_e^2 \cdot R$  veya  $\frac{V_e^2}{R}$  olur.

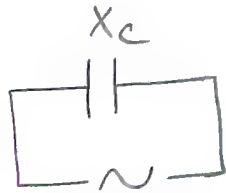
Enerji  $= I_e^2 \cdot R \cdot t$  veya  $\frac{V_e^2}{R} \cdot t$  olur.

Dirençli devreler:



$R$ 'nin etkin değeri akım kaynağının frekansına bağlı değildir.

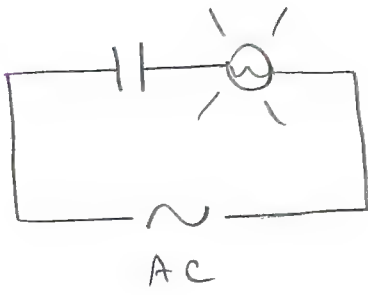
Sığaçlı devreler:



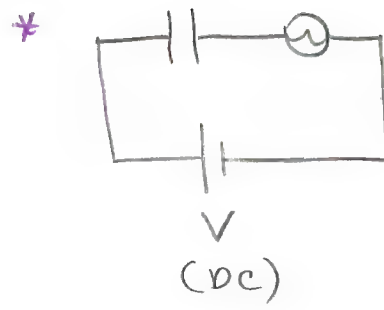
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

$\downarrow$  Kapasitif Reaktans       $\downarrow$  Kapasite       $\downarrow$  Frekans

\* Sığaç AC devrede enerjiyi depolar ve sonra tekrar devreye verir. Sığacın ohmik direnci vardır. Bu yüzden zamanla ısınabilir.

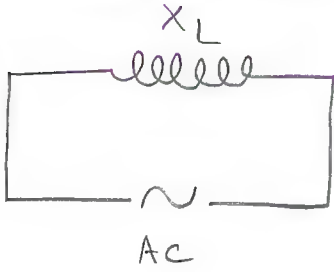


Lamba sürekli ışıltı verir.



şıgaç doluncaya kadar lamba ışıltı verit. şıgaç tam dolunca ışıltı vermez. şıgaç doldukça, şıgaçtan geçen akım azalı

### Bobinli devreler:

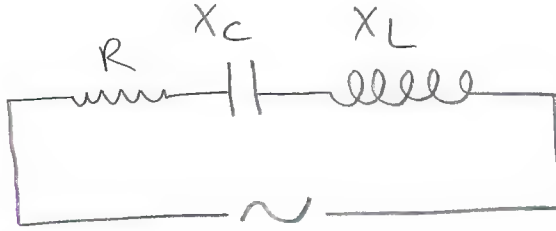


$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

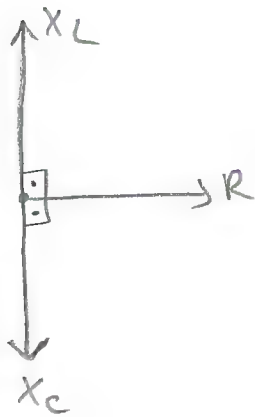
↓                      ↓                      ↓  
İndüktif              İnduktans              Frekans  
reaktans

\* AC devreye bağı bobin elektrik enerjisini depo eder, depoladığı enerjini tekrar devreye verir. Bu yüzden ideal bir bobin enerji harcamaz.

### Empedans:



RLC devrelerinde eşdeğer direnç empedansdır. Z ile gösterilir.



Rezonans: AC devrelerinde  $X_L$  ile  $X_C$ 'ni eşit olduğu durumlara derir.

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$2\pi f \cdot L = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \quad \text{olur.}$$

## Transformatörler:

(28)

\* Transformatörler alternatif akım ile çalışır. Doğru akım ile çalışmaz.

\* ideal transformatorlerde verim %100'dür.

Giriş gücü = Çıkış gücü

$$P_{giris} = P_{cikis}$$

$$I_p \cdot V_p = I_s \cdot V_s$$

$N_p$  = giriş sarım sayısı (primer)

$N_s$  = çıkış sarım sayısı (sekonder)

$V_p$  = giriş gerilimi

$V_s$  = çıkış gerilimi

$I_p$  = giriş akımı

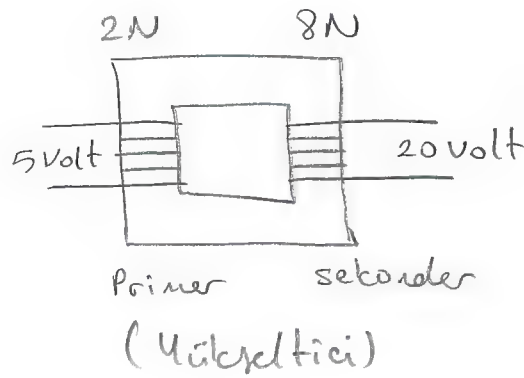
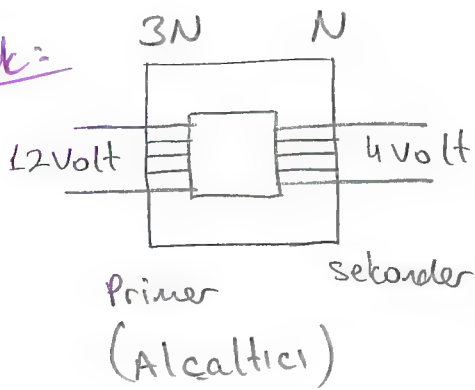
$I_s$  = çıkış akımı

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \text{ olur.}$$

\*  $N_p > N_s$  ise transformator alçaltıcı

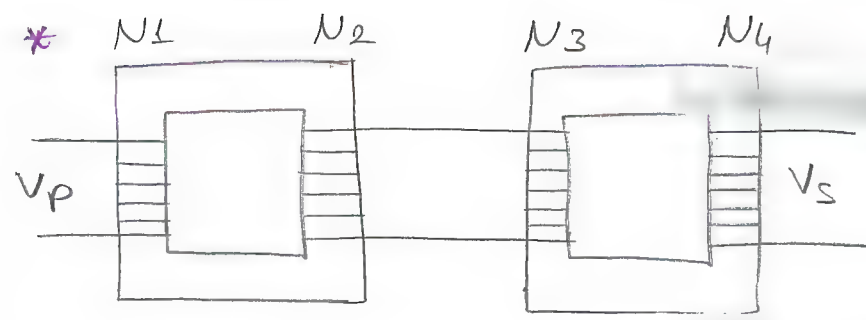
$N_p < N_s$  ise transformator yükseltici

Örnek:



Verim:

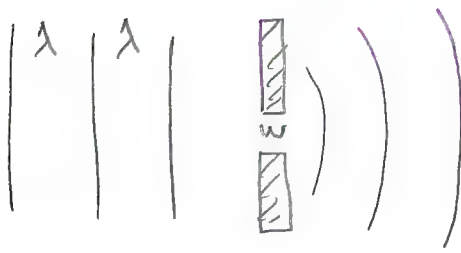
$$\text{Verim} = \frac{P_{cikis}}{P_{giris}} \Rightarrow \frac{I_s \cdot V_s}{I_p \cdot V_p} \text{ olur.}$$



$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_3}{N_4}$$

\*  $N_2$  ve  $N_3$  sarım sayıları ne olursa olsun  $V_2 = V_3$  olur. Sarım sayıları önemli değildir.

### Su dalgalarında kırınım



Su dalgalarının dar bir aralıktan veya keskin kenarlardan geçerken eğrileşmesi olayına kırınım denir.

\*  $\lambda \geq w$  ise kırınım gerçekleşir.

$\lambda < w$  ise kırınım gerçekleşmez.

\* Dalgalar için hız formülü  $\vec{v} = \lambda \cdot f$  veya  $\vec{v} = \frac{\lambda}{T}$

$\downarrow$  hız       $\downarrow$  Dalgaboyu       $\downarrow$  frekans       $\downarrow$  Periyot

\* Su dalgalarında hız derinlikle doğru orantılıdır. Derinlik artarsa hız artar. Dalgalar birbirinden uzaklaşır.

\* Frekans ise kaynağa bağlıdır. Frekans artarsa dalgaboyu azalır.

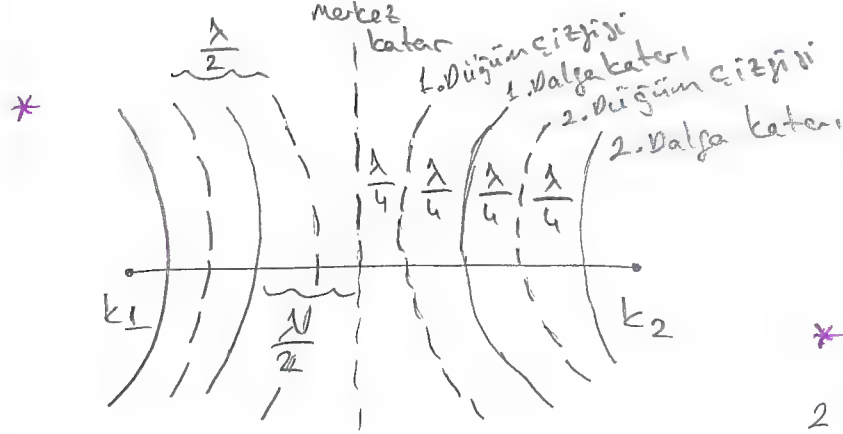


# su dalgalarında girişim

(30)

\* Tepe + Tepe } Dalgalar katarı  
Çukur + Çukur } Noktası

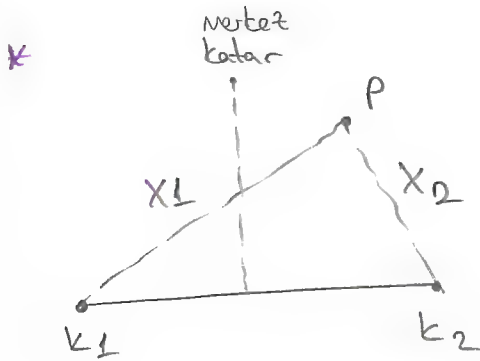
Tepe + Çukur  $\Rightarrow$  Düğüm Noktası



\* Ardaşık bir düğüm çizgisi ile bir dalgalar katarı arası uzaklık  $\frac{\lambda}{4}$  olur.

\* Ardaşık 2 dalgalar katarı veya 2 düğüm çizgisi arası mesafe  $\frac{\lambda}{2}$  olur.

\* Girişim çizgileri iki kaynak arasında görülür. Kaynakların dışında veya üzerinde girişim çizgisi oluşmaz.



Herhangi bir P noktası için yol farkı  $\Delta S = |X_1 - X_2|$  ile bulunur.

① Yol farkı dalgalar boyunun tam katı ise P noktası katar çizgisi üzerindedir.

$$\Delta S = n \cdot \lambda$$

② Yol farkı dalgaboyunun bütçüklü katı ise P noktası Düğüm çizgisi üzerindedir.

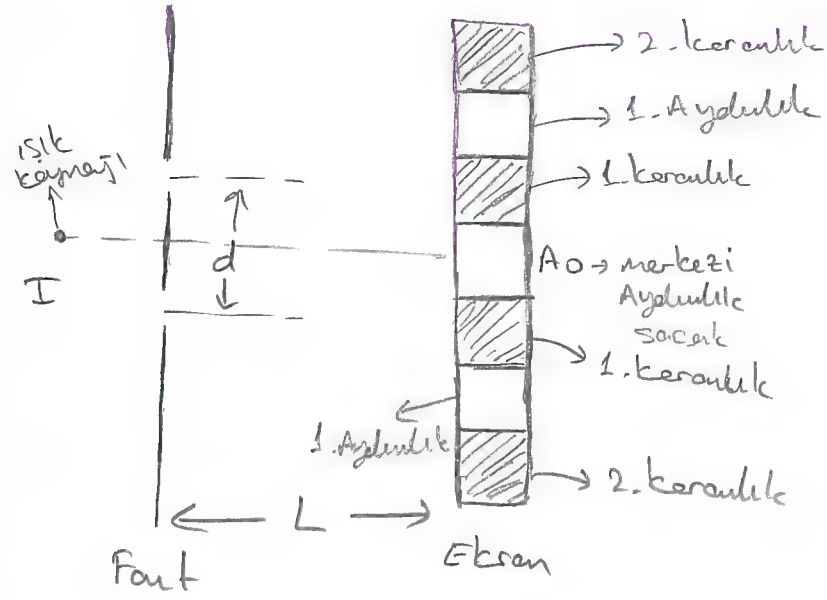
$$\Delta S = (n - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$$

$\hookrightarrow$  n. düğüm çizgisi

\* Katar noktaları hareketli, düğüm noktaları hareketsiz noktalarlardır.

# Çift yarıkta girişim (Young deneyi)

(31)



\* Bütün sacakların genişliği aynıdır.

\* Bütün aydınlık sacakların Parlaklığı aynıdır.

\* Sacak genişliği

$$\Delta x = \frac{L \cdot \lambda}{d \cdot n} \text{ ile bulunur.}$$

$d$  : Yarıklar arası uzaklık

$L$  : Fant-Ekran arası uzaklık

$\lambda$  : Işığın dalga boyu

$n$  : Fant eksen arası ortanın yoğunluğu

\* Işık kaynağının hareketi sacak genişliğini etkilemez.

\* Işık kaynağı perdeye yaklaşırsa Parlaklık artar, uzaklaşırsa parlaklık azalır.

\* Herhangi bir P noktası için

yol farkı dalga boyunun tam katı ise nokta aydınlık sacak üzerinde yer alır.

$$\Delta S = n \cdot \lambda$$

$\hookrightarrow n$ . aydınlık sacak

Yol farkı dalga boyunun buçuklu katı ise nokta karanlık sacak üzerinde bulunur.

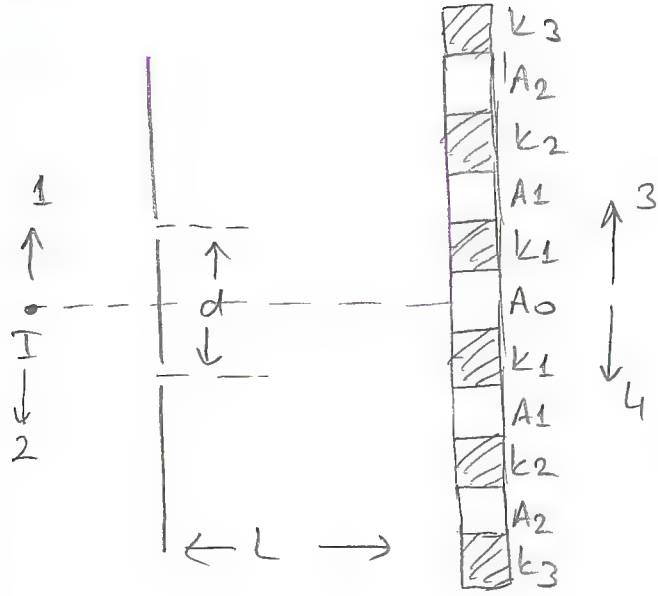
$$\Delta S = \left(n - \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

$\hookrightarrow n$ . karanlık sacak

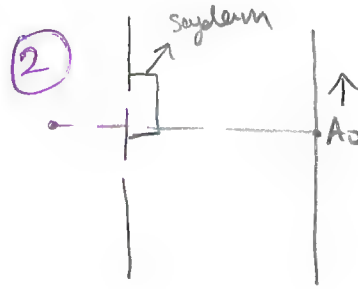
\*  $\Delta x$  artarsa ekran üzerinde oluşan sacak sayısı azalır.  
 $\Delta x$  azalırsa ekran üzerinde oluşan sacak sayısı artar.

## Özellikler:

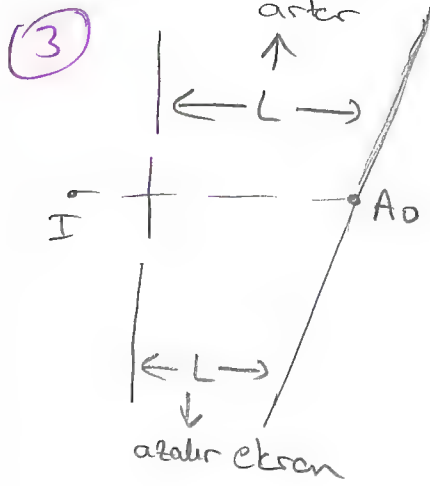
(32)



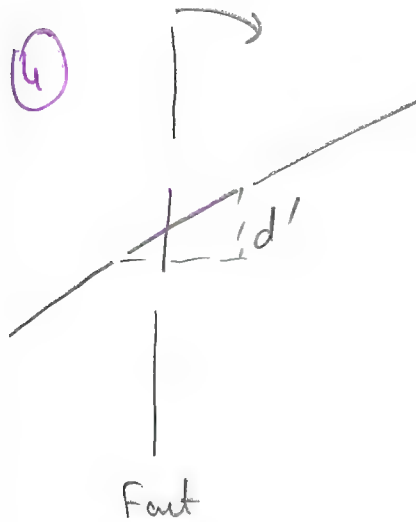
① Işık kaynağı 1 yönünde gidersse  $A_0$  ters yönde yani 4 yönünde kayar. Işık kaynağı 2 yönünde gidersse  $A_0$  3 yönünde kayar.  $\Delta X$  değişmez.



Yarıklıardan birine Saypın cisim konulursa  $A_0$  konulan saypın cismiyle aynı yönde kayar.  $\Delta X$  değişmez.

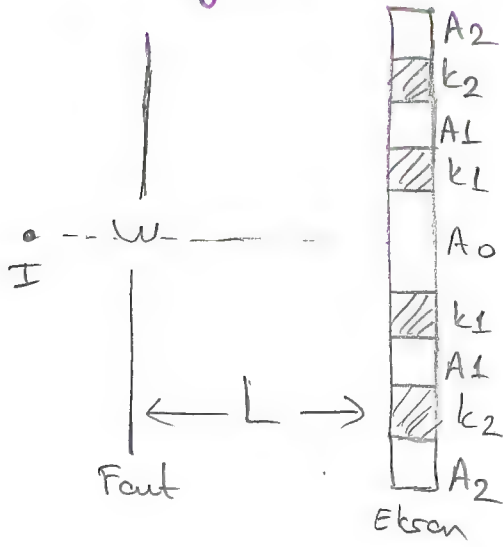


Ekrana döndürülürse üst kısımda  $L$  arttığından dolayı  $\Delta X$  artar. Alt kısımda  $L$  azaldığı için  $\Delta X$  azalır. Son durumda  $\Delta X$  değişmez.  $A_0$ 'ın yeri değişmez.



Fant döndürülürse yarıklar arası uzaklık azalır. Bu yüzden  $\Delta X$  artar.  $A_0$ 'ın yeri için birşey denemez.

## Tek yarıktan kırınım:



33

\* Merkezi aydınlık saçığın genişliği diğer saçıkların iki katıdır.

\* Merkezi aydınlık saçık en parlak saçıktır. Merkezdən uzaklaştıkça parlaklık azalır.

Herhangi bir p noktası için

\* yol farkı dalga boyunun tam katı ise nokta karanlık saçık üzerindedir.

$$\Delta S = n \cdot \lambda$$

↳ n. karanlık

\* Yol farkı dalga boyunun buçuklu katı ise nokta aydınlık saçık üzerindedir.

$$\Delta S = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

↳ n. Aydınlık

w: Saçık aralığı

L: Faut - Ekrân arası uzaklık

$\lambda$ : Dalga boyu

n: Faut ekrân arası ortanın yoğunluğu

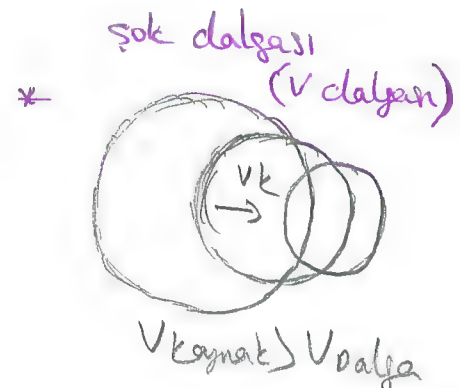
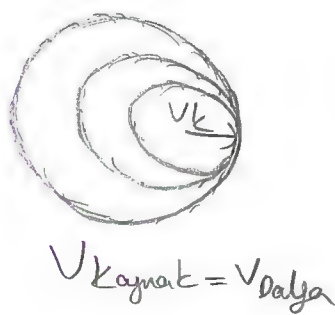
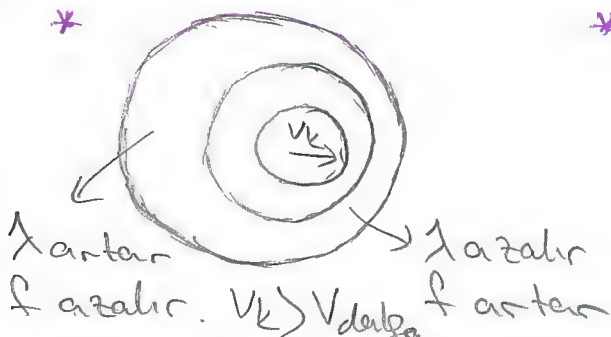
$$\Delta x = \frac{L \cdot \lambda}{w \cdot n} \text{ olur.}$$

Not: Diğer özellikler (Işık kaynağının hareketi, Fautın döndürülmesi vb.) çift yarıktan girişim ile aynıdır.

## Doppler olayı

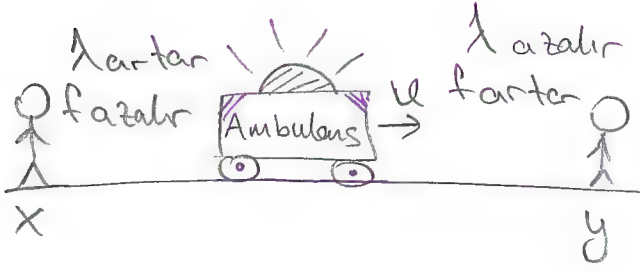
Kaynağın ve gözlemcinin arandaki uzaklığın değişmesinde dolayı algılanan frekansın değişmesi olayına denir.

su dalgalarında doppler:



## Ses dalgalarında doppler:

(34)



\* X gözlemcisi sesi daha kalın duyar.

y gözlemcisi sesi daha ince duyar.

## Elektromanyetik dalgelerde doppler:

\*  $\lambda \propto T \propto \frac{1}{f} \propto \frac{1}{\nu}$   
 $\downarrow$  kırmızı  $\downarrow$  mor  
 $\lambda$  azalır.

\* Gökcismi Dünyadan uzaklaşırsa ışığın dalga boyu artar. Işığın rengi kırmızıya kayar.

\* Gökcismi Dünyaya yaklaşırsa  $\lambda$  azalır. Işığın rengi moruya kayar.

\* Elektromanyetik dalgelerde doppler olayı polis hız radarlarında kullanılır.

## Elektromanyetik dalgeler:

\* Yüksek frekanslı hareketi sonucu oluşur.

\* Enine dalgadır.

\* Yükrüzdür. Elektrik ve manyetik alanda sarmaya uğramaz.

\* Boşlukta ışık hızıyla yayılır.

$$\vec{E} = \vec{B} \cdot c \Rightarrow c = \frac{\vec{E}}{\vec{B}} \rightarrow \begin{array}{l} \text{elektrik} \\ \text{alan} \end{array} \quad \begin{array}{l} \downarrow \\ \text{ışık} \\ \text{hızı} \end{array} \quad \begin{array}{l} \vec{B} \rightarrow \text{manyetik} \\ \text{alan} \end{array}$$

\* Polarize edilebilir.

\* Yansıma, kırılma, girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirir.

\* Elektrik alan ve manyetik alan birbirine diktir.

\* Yönü sağ el kuralıyla bulunur.

4 parmak  $\vec{B}$  (manyetik alan) } gösterirse Avuç içi ilerleme yönünü gösterir.  
Baş parmak  $\vec{E}$  (Elektrik alan)



## ① Dalton atom teorisi

- \* Atom küre şeklindedir.
- \* Atomlar kimyasal tepkimelerle oluşamaz. Atom parçalanamaz.
- \* Atom Nötrdür.

## ② Thomson Atom modeli

- \* Üzünkü kek modeli olarak bilinir.
- \* Atom + yüklenden oluşmuştur. Üzerinde - yükler dağılmış bir halde bulunur.
- \* elektron ve protonlar hareket etmez. Atomda boşluk yoktur.
- \* Atom Nötrdür.
- \*  $\frac{\text{elektronun yükü}}{\text{elektronun kütlesi}}$  oranını bulmuştur.

Not: Milikanın yağ damlası deneyiyle elektronun tam yükü ve kütlesi ölçülmüştür.

## ③ Rutherford atom modeli

- \* Altın levha deneyini yapmıştır.
- \* Atomun çoğu boşluktur. Çekirdeği vardır. Çekirdek (+) yüklüdür. Çekirdek atomun kütlesinin büyük kısmını oluşturur.
- \* Çekirdeğin etrafında  $e^-$  lar ivmeli hareket yaparak dolunur.
- \* Atomun Güneş sistemine benzetmiştir.
- \* Atom Nötrdür.

## Bohr atom modeli:

- \* elektronlar çekirdek etrafında kararlı yörüngelerde sabit hızla dönerler.
- \* Hidrojen atomuyla deneyler yapmıştır.
- \* Çok  $e^-$  lu atomlarda geçersizdir.
- \* Molekül oluşumunun ve moleküller arası bağları açıklayamaz.

Açısal momentum:  $L = \frac{n h}{2\pi}$  →  $n$  → yörünge No → Planck sabiti \*  $e^-$  lar çekirdekten uzaklaştıkça üst yörüngeye çıktıkça açısal momentum artar.

Yörünge yarıçapı:  $r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$  →  $n$  → yörünge No  
↓  $a_0$  → Bohr yarıçapı  
↓  $Z$  → Atom No  
↓  $n$  → yörünge yarıçapı

Hidrojen atomu için  $n=1 \Rightarrow r$   
 $n=2 \Rightarrow 4r$  } denilebilir.  
 $n=3 \Rightarrow 9r$

Toplam enerji:  $n$ . yörüngede dolanan bir  $e^-$  nun toplam enerjisi

$$E_n = -R \frac{Z^2}{n^2}$$

$R$  = Rydberg sabiti (13,6)

$Z$  = Atom No

$n$  = yörünge No

$e^-$  lar çekirdekten uzaklaştıkça toplam enerji artar.

Not: yörünge numarasıyla  $e^-$  nun hızı ters orantılıdır.  $e^-$  lar çekirdekten uzaklaştıkça hızı azalır, periyot artar.

$v \sim \frac{1}{n}$  →  $n$  → yörünge No  
↓  $v$  → hız  
Örneğin  $n=1 \Rightarrow v$   
 $n=2 \Rightarrow \frac{v}{2}$   
 $n=3 \Rightarrow \frac{v}{3}$  } olur.

\* Bohr atom modeline göre kesikli (kuantumlu) olan değerler

- Yörünge yarıçapı
- Açısal momentum
- Toplam enerji
- Fiziksel hız
- Periyot

## Atomun Uyarılması:

(37)

(1) Isıtarak uyarma (2) Atomları serpiştirilerek uyarma

(3)  $e^-$  göndererek uyarma

(4) Foton göndererek uyarma

\* Bir elektronun bir yörüngeden üst yörüngelere geçmesi olayına atomun uyarılması denir.

$e^-$  üst yörüngeye geçtiğinde,  $10^{-8}$  saniye gibi kısa bir sürede tekrar eski yörüngeye geri döner. Dönerken uyarılma için aldığı enerjiyi dışarıya foton olarak salar, ışıma yapar. (Emisyon)

## $e^-$ ile uyarma:

- \* Atomun  $e^-$  la uyarılabilmesi için enerjisinin en az 1. uyarılma enerjisine eşit olması gerekir.
- \* Gönderilen  $e^-$  birden fazla atomu uyarabilir veya iyonlaştırabilir.
- \* Gönderilen  $e^-$  atomu uyardıktan sonra kalan enerjisiyle yoluna devam eder.
- \* Gönderilen  $e^-$  hiçbir atomu uyarmadan aynen yoluna devam edebilir.
- \* Birisi uyarılma enerjisinden küçük enerjiyle gelen elektron atomu uyarmadan yoluna devam eder.

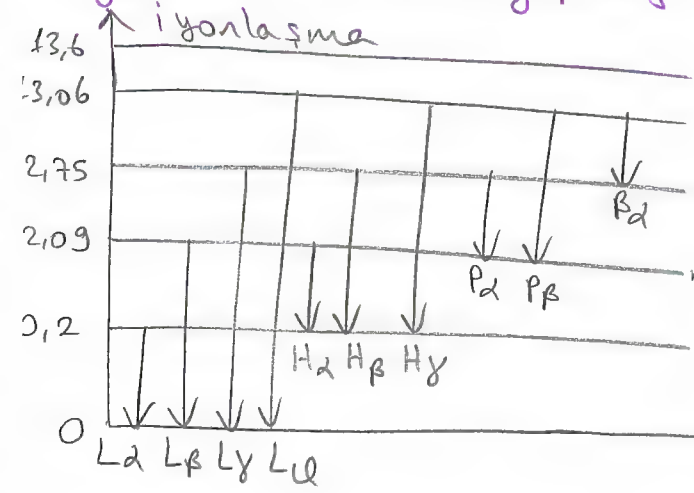
## Foton ile uyarma:

- \* Fotonun enerjisi, atomun uyarılma enerjisinden küçük veya büyükse atomu uyaramaz.
- \* Foton atomu uyardığında enerjisinin tamamını verir ve yok olur.
- \* Bir Foton ancak bir atomu uyarabilir veya iyonlaştırabilir.

\*  $n$ . yörüngeye uyandırılmış bir  $e^-$  temel hale dönerken

yapacağı ışınma sayı  $\Rightarrow \frac{n(n-1)}{2} = \text{ışınma sayı}$

\* Uyandıran  $e^-$  nun yapacağı ışınmaların isimleri



$n=1$ 'e dönerse Lyman (mor ötesi)

$n=2$ 'ye dönerse Balmer (Görünür ışık)

$n=3$ 'e dönerse Paschen (kırmızı ötesi)

$n=4$ 'e dönerse Brackett

$n=5$ 'e dönerse Pfund

Bir üst yörüngeye gelirse  $\alpha$   
 iki " " " "  $\beta$   
 üç " " " "  $\gamma$   
 dört " " " "  $\delta$

## Modern atom teorisi

- De Broglie'ye göre hız olan her parçacığa bir dalga eşlik eder.

Bu dalga'nın dalga boyu

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{p}$$

$\lambda$  ← dalga boyu       $h$  ← Planck sabiti       $m$  ← kütle       $v$  ← hız       $p$  ← momentum

- Buna göre dalga boyu ile momentum ters orantılıdır.

- Bir parçacığın momentumu ve konumu aynı anda ölçülemez. (Belirsizlik ilkesi)

- Yörünge yerine orbital kullanılır,  $e^-$  ların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerlerdir. (orbital)

\* Atomdaki  $e^-$  ların bulunabileceği enerji düzeyi 4 tane (39) kuantum sayıyla ifade edilir.

(1) Başkuantum Sayı (2) Açısal momentum kuantum Sayı

(3) manyetik kuantum Sayı (4) Spin kuantum Sayı

## Büyük Patlama Teorisi:

\* Evren başlangıçta çok yoğun, sıcak ve kuark çorbası halindeydi.

\* Patlamadan sonra genişledi ve soğudu.

\* Genişlemeye devam etmektedir.

\* Galaksiler birbirinden uzaklaşır. Galaksiler genişlemeyi.

## Atom altı Parçacıklar

— o — o — o —

Standart Model  
Madde Parçacıkları Alan Parçacıkları

### Fermiyonlar

#### Kuarklar

#### Hadronlar

##### Baryonlar

- Proton
- Nötron
- Ksi
- Lambda
- Omega
- Sigma

##### Mezonlar

- pion
- kaon

#### Leptonlar

- elektron - elektron nötrino
- müon - müon nötrino
- Tau - Tau nötrino

\* Nötrinolar yüksüz parçacıklardır. Güneş kaynaklı veya beta tepkimleri sonucu oluşabilir.)

### Bozonlar

- Gluon (güçlü nükleer kuvvet)
- Graviton (kütle çekim kuvveti)
- W ve Z bozonları (zayıf nükleer kuvvet)
- Foton (Elektromanyetik kuvvet)
- Higgs bozonu (Tanrı parçası)



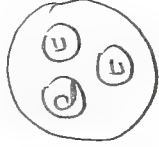
\* Kuarklar güçlü nükleer kuvvet etkisiyle Hadronları oluşturur. (40)

Baryonlar: \* Proton en hafif ve en kararlı baryondur.

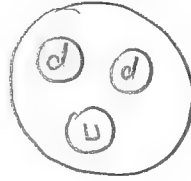
\* Baryonlar 3 adet kuarktan oluşur.

\* Mezonlar bir kuark ve bir karşıt kuarktan oluşur.

Proton  $\Rightarrow u + u + d$  Nötron  $\Rightarrow d + d + u$



Proton



Nötron

Kuarklar: Toplamda 12 taredir. 6 kuark ve 6 anti kuark (karşıt)

$u$	$c$	$t$	$d$	$s$	$b$
(up)	(charm)	(top)	(down)	(strange)	(bottom)
(yükarı)	(Tılsımlı)	(üst)	(Aşağı)	(Tuhafl)	(alt)
$+\frac{2}{3}$			$-\frac{1}{3}$		

Anti	$\bar{u}$	$\bar{c}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{s}$	$\bar{b}$
	$-\frac{2}{3}$			$+\frac{1}{3}$		

\* Parçacık ile anti parçacığın tek farkı yükleri zıt işaretlidir. Diğer özellikleri (yük miktarı - kütle) aynıdır.

\* Kuarklar ve Leptonlar temel parçacıklardır.

\* Leptonlar, kuarktan yapılmış taneciklere göre çok hafiftir.

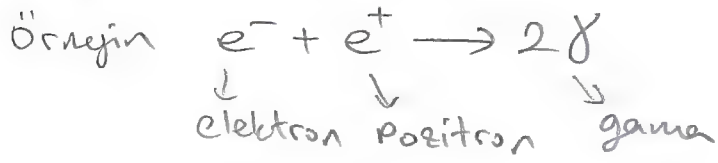
\* Fotonun anti parçacığı Fotondur.

Elektronun anti parçacığı pozitrondur.

\* Bütün parçacıkların bir karşıt parçacığı vardır.

\* Antiparçacıkların bir araya gelmesiyle anti madde oluşur.

\* Bir parçacık ile karşıt parçacık bir araya gelirse, parçacıkların kütlesi enerjiye dönüşür. Buna yok olma tepkimesi denir.



\* İki foton bir araya gelirse parçacık ve antiparçacık elde edilebilir. Buna çift oluşum denir.

### Radioaktivite

\* Atom çekirdeğinde proton + Nötron (Nükleon) bulunur.

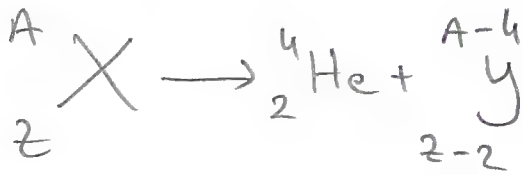
\*  $\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}}$  oranı 1'e yaklaştıkça kararlılık artar.

\* Kararsız çekirdeğin  $\frac{\text{nötron}}{\text{proton}} > 1$  ise nötron protona dönüşür.

$\frac{\text{Nötron}}{\text{proton}} < 1$  ise proton nötrona dönüşür.

$\alpha$  bozunumu ( ${}^4_2\alpha$  veya  ${}^4_2\text{He}$ )

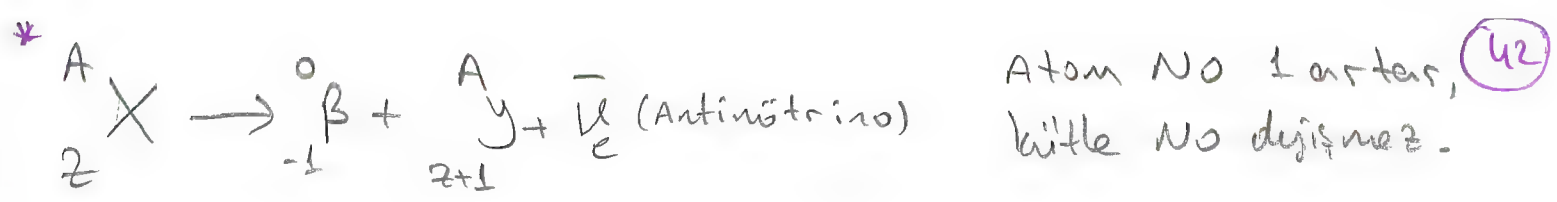
Çekirdek 2 Nötron ve 2 proton kaybeder. Kütle No 4 azalır, atom No 2 azalır.



Beta bozunumu:

①  $\beta^{-}$  bozunumu

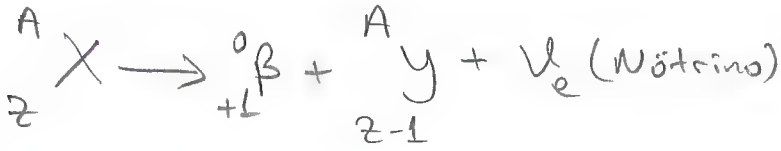
$\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}} > 1$  ise gerçekleşir. Bir nötron bir protona dönüşür. Çekirdekteki bir nötron; proton, elektron ve anti nötrinoya dönüşür.



## ② $\beta^+$ ışıması

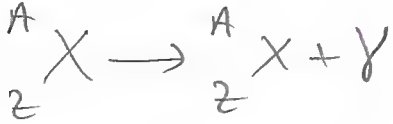
\*  $\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}} < 1$  olan çekirdeklere görülür.

\* Proton; nötron, pozitron ve nötrinoya dönüşür. Atom No 1 azalır, kütle no değişmez.



## Gama bozunumu:

Çekirdeğin kararlı hale geçmek için gama ışını yayar. Kütle no ve atom no değişmez.



## Nükleer fisyon: (Parçalanma)

\* Nötronlarla bombardıman edilen çekirdeğin daha hafif iki veya daha fazla çekirdeğe bölünmesidir.

\* Kontrollü fisyon nükleer santrallerde, kontrolsüz fisyon atom bombasında kullanılır.

## Nükleer Füzyon: (Birleşme)

\* Kararsız atom çekirdeklerinin kararlı atom çekirdeği oluşturmalarıdır.

\* Füzyonda açığa çıkan enerji fisyondan çok daha büyüktür.

\* Günümüzde bu teknolojiyi kontrol edebilecek güç yoktur.

\* Güneş patlamalarında görülür.

# Özel görelilik

(43)

\* Michelson - Morley deneyinde amaç errenin ether (esir) denilen madden ile dolu olduğunu ispatlanaktı

Sonuç olarak böyle bir maddenin olmadığı ve ışığın boşluk her yöne aynı hızla yayıldığı ispatlandı.

\* Einstein'ın özel görelilik kuramı:

① Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır. (ivmesiz)

② Işığın boşluktaki hızı tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır. Bu hız değeri  $3 \cdot 10^8$  m/s'dir.

\* Uzunluk ve zaman görecelidir, gözlemcinin hızına göre değişebilir.

\* Işık hızı kaynaktan ve gözlemciden bağımsızdır.

Görelî Uzunluk: Işık hızına yakın hızda hareket eden cismin hareket doğrultusundaki boyu ışık hızına yaklaştıkça yerde duran gözlemciye göre daha kısa ölçülür.

Görelî Zaman: Işık hızına yakın hızda hareket eden araçta bulunan kişiye göre zaman yavaşlar, daha yavaş akar. Yerdeki durgun gözlemciye göre ışık hızına yakın hızla giden araçtaki zaman daha uzun ölçülür.

Örneğin Dünyada 1 saat geçse araçta 40 dk geçer.

## Siyah cisim ışıması :

\* Sıcaklığı mutlak sıfırın üstünde olan bütün maddeler ışıma yapar.

$$\text{Mutlak sıcaklık} = -273^{\circ} = 0 \text{ K}$$

\* Kelvin termometresi (-) değerlik almaz. Kainattaki en düşük sıcaklık  $-273^{\circ}$  veya  $0 \text{ K}$  dir.

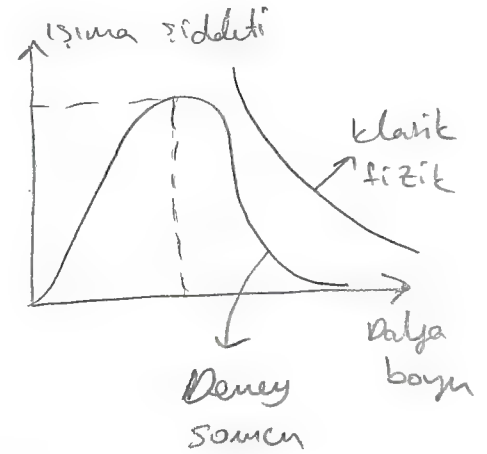
\* Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran cisme siyah cisim denir. Siyah cisim tüm dalga boylarında ışıma yapabilir.

\* Wien yasası:  $\lambda \cdot T = \underbrace{2.898 \cdot 10^{-3}}_{\text{Sabit}} \text{ m.k}$

$\downarrow$  dalga boyu       $\downarrow$  sıcaklık

Sıcaklık arttıkça dalga boyu azalır.

\* Sıcaklık artarsa cismin ışıma frekansı ve ışıma şiddeti artar.



\* Klasik fizik yasalarına göre, ışımanın dalga boyu azaldıkça ışıma şiddeti sonsuza gitmeliydi. Deney sonucu bu teoriyi doğrulamamıştır.

## Foton:

$$E_{\text{foton}} = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$$

$\downarrow$  Planck sabiti       $\downarrow$  frekans       $\downarrow$  dalga boyu

$\swarrow$  Fotonun enerjisi

(Sabit = 124000)

$$v = \lambda \cdot f \text{ ise foton için}$$

$$c = \lambda \cdot f \text{ olur.}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ elde edilir.}$$

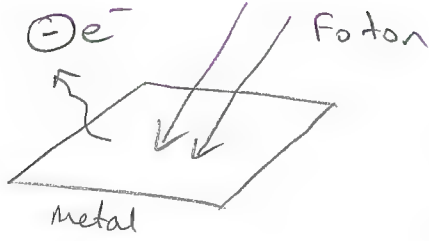


Işık kaynağının gücü:

$$Güç = \frac{Enerji}{Zaman} = \frac{n \cdot h f}{t} = \frac{n \cdot h c}{\lambda \cdot t}$$

$n$  = foton sayısı  $c$  = ışık hızı  
 $h$  = planck sabiti  $\lambda$  = dalga boyu  
 $f$  = frekans  $t$  = zaman

Fotoelektrik olay:



Fotonların metal üzerine düşürülerek metalden  $e^-$  koparılması olayına Fotoelektrik olay denir. Kopan elektronlara fotoelektron denir.

Fotoelektrik denklemi:  $E_{foton} = E_{bağlanma} + E_{kinetik}$

$\lambda$  = fotonun dalga boyu

$\lambda_0$  = Eşik dalga boyu

$f$  = fotonun frekansı

$f_0$  = Eşik frekansı

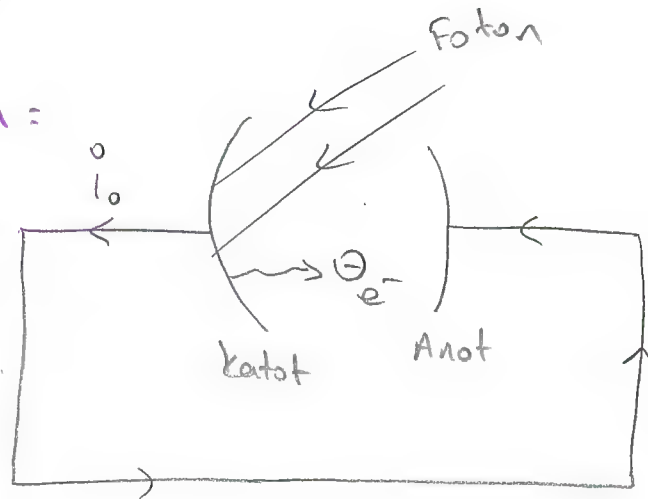
$E_{kin}$  = Kinetik enerji

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + E_{kinetik}$$

$$hf = h \cdot f_0 + E_{kinetik}$$

Fotoelektrik akım:

Fotonun katottan koparabilmesi için enerjisi en az bağlanma enerjisine eşit olmalıdır.

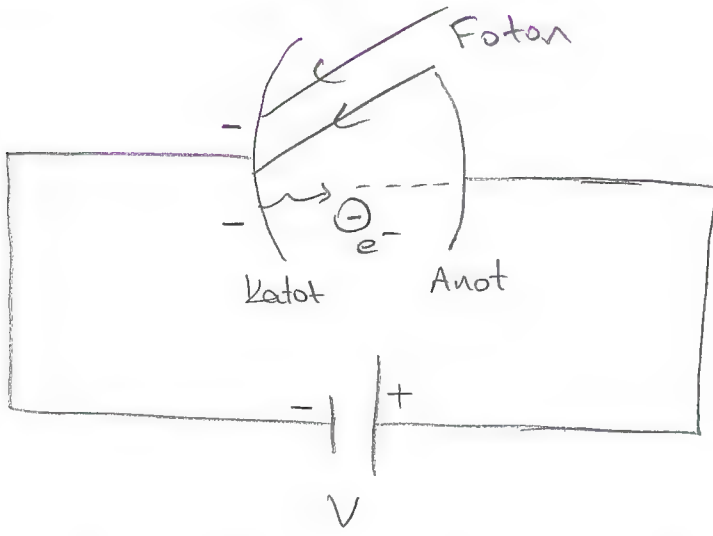


Bağlanma enerjisine, eşik enerjisi veya iş fonksiyonunda olur.

Her foton ancak 1  $e^-$  koparabilir.

-Fotoelektrik olayda foton bütün enerjisini kaybeder.

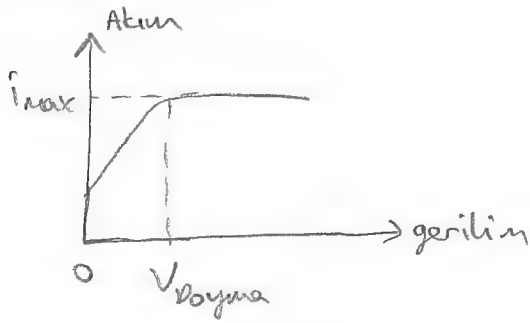
Fotoselli devreye üretici düz bağlanırsa (Katot -) (46)



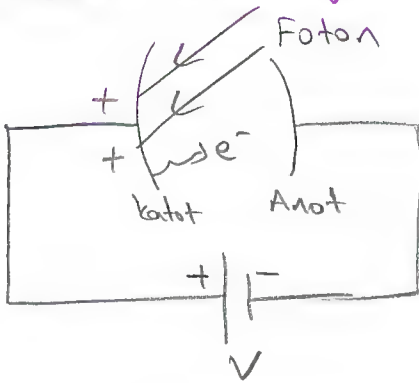
$$E_{\text{foton}} + \underbrace{eV}_{\text{üreticinin enerjisi}} = E_{\text{bağl}} + E_{\text{kinetik}}$$

\* Katottan kopan bütün elektronların Anoda ulaşması andaki gerilime doyuma gerilimi, Akıma max. akım denir.

\* Devrede akım max. ulaştıktan sonra sadece ışık şiddetinin artması (gelen foton sayısının artması)  $i_{\text{max}}$ 'ı arttırır. Gerilimin artması  $i_{\text{max}}$ 'ı etkilemez.



Fotoselli devreye üretici ters bağlanırsa (Katot +)

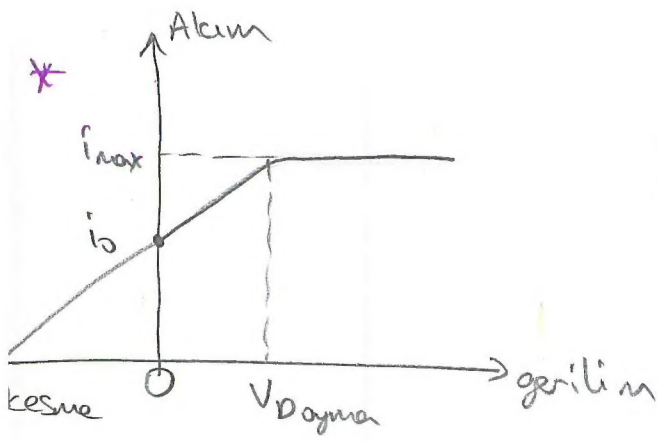


$$E_{\text{foton}} - eV = E_{\text{bağl}} + E_{\text{kinetik}}$$

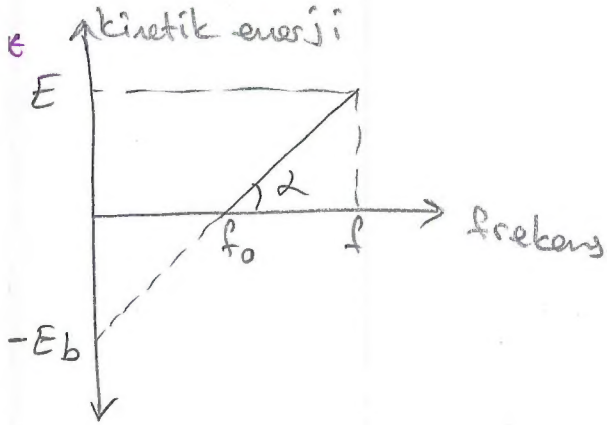
$$E_{\text{foton}} = E_{\text{bağl}} + E_{\text{kinetik}} + \underbrace{eV}_{\text{üreticinin enerjisi}}$$

\* Devrede katottan kopan  $e^-$ lerden hiçbirinin Anoda ulaşmadığı andaki gerilime kesme gerilimi denir.

\*  $V_{\text{kesme}} = E_{\text{kinetik}}$  olmalıdır. \* Kinetik enerjiyi arttıran tüm durumlar  $V_{\text{kesme}}$ 'yi arttırır.



\* Grafikte  $V_{kesme}$  fotonun enerjisini belirtir. (Aynı fotosel için)  $i_{max}$ 'ta ışık şiddetini belirtir.



\* Kinetik enerji frekans grafiğinde eğim (tand) daima  $h \cdot \nu$  (Planck sabiti) verir.

\* Bütün metaller için grafiğin eğimi aynıdır.

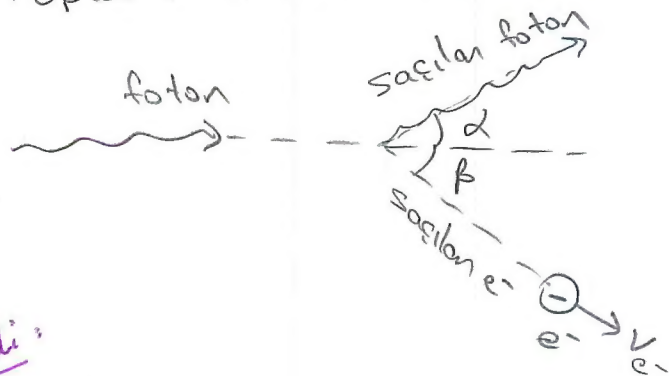
## Compton olayı

\* Yüksek enerjili X ışını fotonunun, bir karbon atomunun elektronuna çarparak (merkezi olmayan esnek çarpışma) foton ve  $e^-$ 'nin saçılması olayına denir.

\* Foton bütün enerjisini kaybetmez, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır.

\* Toplam enerji ve momentum korunur.

$$\alpha + \beta = 90^\circ \text{ dir.}$$



$$E_{\text{gelen foton}} > E_{\text{saçılan foton}}$$

$$f_{\text{gelen foton}} > f_{\text{saçılan foton}}$$

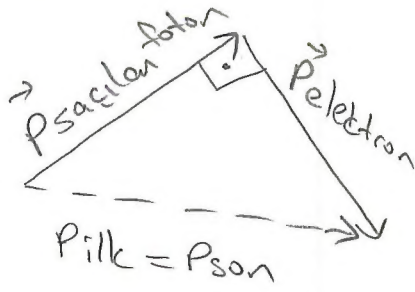
$$\lambda_{\text{gelen foton}} < \lambda_{\text{saçılan foton}}$$

$$E_{\text{gelen foton}} > E_{\text{saçılan elektron}}$$

notları:

\* Gelen foton ile saçılan fotonun hızı aynıdır. (ışık hızı)

- Toplam momentum korunur.



$$\vec{p}_{\text{gelen foton}} > \vec{p}_{\text{saçılan foton}}$$

$$\vec{p}_{\text{gelen foton}} > \vec{p}_{\text{saçılan elektron}}$$

- Fotonlar için momentum ile enerji doğru orantılıdır.

$$E = mc^2 \Rightarrow E = \underbrace{m \cdot c}_{\vec{p}} \cdot c \Rightarrow E = \vec{p} \cdot c \text{ olur.}$$

Enerji      momentum      ışık hızı

De Broglie dalga boyu:

hızı olan her parçacığa bir dalga eşlik eder.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{\vec{p}} \text{ olur.}$$

↓      ↓      ↓  
De Broglie dalga boyu      Planck sabiti      momentum

\* Dalga boyu ile momentum ters orantılıdır.

Görüntüleme teknolojileri:

**Löntgen cihazı:** X ışınları kullanılır. Kemik gibi sert dokular görüntülenir. Yumuşak dokular için yetersizdir.

**Tomografi:** X ışınları kullanılır. Yumuşak dokular görüntülenir.

**PET (Pozitron emisyon tomografi):** Kemik pozitron verilerek, pozitronların  $e^-$  ile etkileşime geçip gama ışınları yapması sağlanır. 3 boyutlu görüntü elde edilir.

**MR cihazı:** Radyo dalgaları kullanılır. Yapısında çok güçlü manyetizeler kullanılır. Sağlıklarla zararlı değildir. Radyoaktif ışınlar olmaz.



**Ultrason cihazı:** Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanır. (49)  
İnsanın ses dalgaları kullanarak ses ve görüntü elde edilir.

**Lazer:** Radyo dalgaları veya mikrodalga ışınlar kullanır.

**Sonar:** Ses dalgaları kullanarak cisimlerin boyut ve uzaklığını ölçer.

**Termal kameralar:** Kızıl ötesi ışınlar kullanarak görüntü elde edilir. Tıp ve askeri alanda kullanılır.

### Yarı iletkenler:

- Normal şartlarda yalıtken olan bu maddelere ısı, ışık, gerilim yada manyetik etki gibi dış etkiler uygulandığında iletken hale geçerler.

**N tipi:** Germenyum ve silisyuma değerlik elektron sayı 5 olan katkı maddelerinin katılmasıyla elde edilir.

\* N tipi yarı iletkenlerde akım taşıyıcı elektronlardır.

**P tipi:** Germenyum ve silisyuma değerlik elektron sayı 3 olan katkı maddeleri katılarak elde edilir.

\* P tipi yarı iletkenlerde akım taşıyıcı boşluklardır.

Yarı iletkenler kristal yapıya sahiptir. (Katı hal fiziği)

**Diyaot:** Tek yönde akım geçirirler. Yapısında yarı iletkenler bulunur.

\* Alternatif akımı doğru akıma çevirmek için kullanılır.



Diyaot

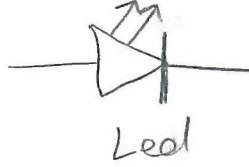


Transistörler: Akım ve gerilimi yükseltmeye yarar.

(50)

\* Derinde akımın geçip geçmemiyle alakalı anahtar görevinde görürler.

Led: Işık yayan diyet demektir. elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürürler.



Güneş pilleri: Güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler. Yapısında N ve P yarı iletkenleri bulunur. Fotoelektrik olayla akım üretirler.

Süper iletkenler: Belirli bir sıcaklık değerine soğutulduğunda bu sıcaklık değerinden sonra direncin azaldığı iletkenlerdir.

- \* Belirli bir sıcaklık değerinde dirençleri sıfırdır.
- \* Manyetik alanı iterler. Manyetik alan içine giremez.
- \* Elektrik iletkeniyle, depolannanada, güçlü manyetik yapımında kullanılır. (MR cihazları - Maglev trenleri)

Laser ışınları:

- \* Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir. (Işınım)
- \* Dalga boyları ve frekansları aynı olan fotonlardan oluşur. Tek renklidir.
- \* Gözle görülebilir. \* Yağmur, sis gibi atmosfer olaylarının etkisi.
- \* Optik okuyucu, Laser yazıcı vb. kullanım alanları vardır.
- \* Çok uzağa dağılmadan gidebilir. \* Tıpta kullanılır.

Elektromanyetik Spektrum

Radyo dalgalari	mikrodalge ışınlar	kızılötesi ışınlar	Görünür ışık	mor ötesi ışınlar	X ışınları	Gama ışınları
--------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	----------------------	---------------	------------------

→ → →  
λ azalır, frekans artar, Enerji artar.